

**全世界（広域）
地理空間情報の戦略的
使用の強化に関するプロジェクト研究
ファイナルレポート**

2026年2月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

一般社団法人国際建設技術協会
エアロトヨタ株式会社
国際航業株式会社
株式会社パスコ

| |
|--------|
| 社基 |
| JR |
| 26-013 |

「全世界（広域）地理空間情報の戦略的使用の強化に関するプロジェクト研究
（プロジェクト研究）」ファイナルレポート

目次

| | |
|-------------------------------------|----|
| 要約 | 1 |
| 1. はじめに | 22 |
| 1.1. 本研究の背景 | 22 |
| 1.1.1. 地理空間情報分野の協力に関する現状認識 | 22 |
| 1.1.2. 技術的な状況に関する現状認識 | 22 |
| 1.1.3. 対応の方向性 | 23 |
| 1.2. 本研究の目的 | 23 |
| 1.3. 設定課題 | 24 |
| 1.4. 研究項目 | 25 |
| 1.5. 研究従事者 | 27 |
| 1.6. スケジュール | 28 |
| 1.7. 本研究の構成 | 29 |
| 2. クラウドネイティブ技術の導入による可用性の強化 | 30 |
| 2.1. 既存データのクラウドネイティブ化 | 31 |
| 2.1.1. 活動の狙い・目標 | 31 |
| 2.1.2. 成果 | 31 |
| 2.2. クラウドネイティブ化データの提供実験 | 35 |
| 2.2.1. 活動の狙い・目標 | 35 |
| 2.2.2. クラウドネイティブ化による可用性の強化の検討 | 35 |
| 2.2.3. 成果 | 35 |
| 3. SDG11に関する地理空間情報の戦略的使用の強化 | 40 |
| 3.1. SDG11と地理空間情報の役割 | 40 |
| 3.2. ウェブ地図の作成 | 40 |
| 3.2.1. 東ティモール | 40 |
| 3.2.1.1. ウェブ地図作成の狙い | 40 |
| 3.2.1.2. 作成したウェブ地図 | 41 |
| 3.2.1.3. ウェブ地図の内部評価 | 44 |
| 3.2.2. タイ | 45 |
| 3.2.2.1. ウェブ地図作成の狙い | 45 |
| 3.2.2.2. 作成したウェブ地図 | 46 |
| 3.2.2.3. ウェブ地図の内部評価 | 53 |
| 3.3. UN-Habitatによる評価 | 53 |
| 3.4. 参加型・課題オリエンテッド協力への転換 | 54 |
| 参考文献 | 56 |
| 4. 地理空間情報の戦略的使用の強化に向けた渡航対象国の調査結果の整理 | 58 |

| | | |
|----------|--------------------------------------|----|
| 4.1. | 渡航調査の概要 | 58 |
| 4.1.1. | 渡航調査の目的 | 58 |
| 4.1.2. | 渡航調査対象国 | 58 |
| 4.1.3. | 渡航調査の方法 | 58 |
| 4.1.4. | 渡航調査対象とする機関・組織 | 59 |
| 4.2. | 東ティモール | 59 |
| 4.2.1. | 東ティモールにおける地理空間情報の概況 | 59 |
| 4.2.2. | 東ティモールのオンラインによるヒアリング調査 | 59 |
| 4.2.2.1. | ヒアリング調査対象機関・組織 | 59 |
| 4.2.2.2. | オンライン・ヒアリング調査のまとめ | 60 |
| 4.2.3. | 東ティモールにおける現地調査 | 61 |
| 4.2.3.1. | 現地業務の計画・準備 | 61 |
| 4.2.3.2. | 関係機関との訪問協議 | 61 |
| 4.2.3.3. | ワークショップの実施概要 | 63 |
| 4.2.3.4. | ワークショップの実施内容 | 64 |
| 4.2.3.5. | ワークショップ参加者へのアンケート結果 | 66 |
| 4.3. | タイ | 68 |
| 4.3.1. | タイにおける地理空間情報の概況 | 68 |
| 4.3.2. | タイの現地調査に向けた机上調査の実施 | 68 |
| 4.3.2.1. | 机上調査の対象機関・組織 | 68 |
| 4.3.2.2. | 机上調査の結果 | 69 |
| 4.3.2.3. | 現地調査インタビュー候補機関の選定 | 72 |
| 4.3.3. | タイにおける現地調査の実施 | 75 |
| 4.3.3.1. | タイの現地調査の目的 | 75 |
| 4.3.3.2. | タイの現地調査の対象機関・組織の概要 | 75 |
| 4.3.3.3. | タイの現地調査インタビュー説明資料の作成 | 76 |
| 4.3.3.4. | タイ現地調査インタビューの実施 | 78 |
| 4.3.3.5. | タイ現地調査結果のまとめ | 80 |
| 5. | オープンな実践のコミュニティとの連携及び産学官民が参加しうる仕組みの検討 | 82 |
| 5.1. | オープンな実践のコミュニティの巻き込み | 82 |
| 5.1.1. | ウェブ地図技術を実践しているステークホルダー | 82 |
| 5.1.2. | CN 技術導入による可用性の強化 | 83 |
| 5.1.3. | 国際協力従事者のモチベーションの向上 | 83 |
| 5.1.4. | プロジェクト研究終了後の将来の巻き込みを実施するための必要な条件 | 83 |
| 5.1.5. | 国内ステークホルダーの意見 | 84 |
| 5.1.6. | オープンな実践のコミュニティを巻き込み価値の見通し | 85 |
| 5.1.6.1. | 協力の持続性向上 | 85 |
| 5.1.6.2. | 国家開発への貢献 | 85 |
| 5.2. | 産学官民が参加しうる仕組みのプロトタイプ | 86 |
| 5.2.1. | 試行が困難であった理由 | 86 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 5.2.2. | 実行のために必要な要件と役割分担..... | 86 |
| 5.3. | 本章のまとめ..... | 87 |
| 6. | 技術協力プロジェクトメニューのオプションの検討..... | 88 |
| 6.1. | 各種プロジェクトにおける地理空間情報の果たす役割..... | 88 |
| 6.2. | 近年の開発協力プロジェクトに見る戦略的使用の実現可能性..... | 91 |
| 6.3. | 本研究での実践作業を通じた戦略的使用の実現可能性..... | 93 |
| 6.3.1 | クラウドネイティブ技術の導入による可用性の強化..... | 93 |
| 6.3.2. | SDG11に関する地理空間情報の戦略的使用の実践..... | 94 |
| 6.3.3. | 海外（東ティモール及びタイ）での評価..... | 94 |
| 6.3.4. | オープンな実践のコミュニティとの連携及び産学官民が参加しうる仕組みの検討..... | 96 |
| 6.4. | 戦略的使用のメニューオプション化..... | 96 |
| 7. | 電子基準点に関するより適切な協力手法と上位目標の整理..... | 99 |
| 7.1. | これまでの電子基準点に関する技術協力の課題..... | 99 |
| 7.2. | 衛星測位技術の動向..... | 102 |
| 7.3. | 専門家ヒアリング..... | 107 |
| 7.4. | 衛星測位による社会課題の解決..... | 114 |
| 7.5. | 衛星測位のより適正な協力手法と上位目標..... | 116 |
| | 参考文献..... | 120 |
| 8. | 本研究からの提言 —課題オリエンテッドな協力における地理空間情報の戦略的使用—..... | 121 |
| 8.1. | まとめ..... | 121 |
| 8.2. | 具体的かつフィージブルなシナリオの例示..... | 124 |
| 8.3. | 地理空間情報の戦略的使用の提言【ウェブ地図の活用】..... | 128 |
| 8.4. | 地理空間情報の戦略的使用の提言【衛星測位の活用】..... | 129 |
| | 謝辞..... | 132 |

図 一 覧

| | | |
|--------|---|-----|
| 図 1.1 | 業務実施フロー | 26 |
| 図 1.2 | 業務実施体制 | 27 |
| 図 1.3 | タイムライン | 28 |
| 図 1.4 | 本研究の構成 | 29 |
| 図 2.1 | 簡易的なウェブ地図を表示するために要した時間 | 32 |
| 図 2.2 | GitHub から GeoPandas への読み込み時間 | 33 |
| 図 2.3 | クラウドネイティブデータ形式への変換ワークフロー (案) | 34 |
| 図 2.4 | ディリのウェブ地図 | 36 |
| 図 2.5 | バンコクのウェブ地図 | 36 |
| 図 3.1 | 東ティモール ウェブ地図イメージ | 41 |
| 図 3.2 | 人口分布と公共交通アクセス | 42 |
| 図 3.3 | LCRPGR | 43 |
| 図 3.4 | 大気汚染モニタリング | 43 |
| 図 3.5 | 人口分布と医療機関 | 44 |
| 図 3.6 | 作成したウェブ地図 (案) の機能 | 46 |
| 図 3.7 | 3D ウェブ地図 | 47 |
| 図 3.8 | LCRPGR (土地利用率と人口増加率の比率) のウェブ地図 | 47 |
| 図 3.9 | LCR=0 のメッシュの再分類を加味した LCRPGR マップ | 48 |
| 図 3.10 | オルソ (UAV・衛星画像) ビューア | 49 |
| 図 3.11 | UAV 画像、衛星画像 (Sentinel 2 号) と背景の OSM | 49 |
| 図 3.12 | 2025 年 3 月 28 日にミャンマーで発生した大地震前後の Sentinel 2 号画像 | 50 |
| 図 3.13 | バヌアツの衛星画像と UAV 画像 | 51 |
| 図 3.14 | 基盤地図に土地区画情報を重ね合わせ | 52 |
| 図 3.15 | ウェブ地図のメニュー | 52 |
| 図 3.16 | ウェブ地図の活用プロセスの例 | 55 |
| 図 4.1 | 各機関におけるデータ量、人員数、年間予算規模 (百万バーツ) の状況 | 73 |
| 図 5.1 | 「地理空間データ連携基盤」のイメージ | 85 |
| 図 6.1 | 地理空間情報の戦略的使用の強化による Before/After の概念 | 90 |
| 図 6.2 | 地理空間情報の戦略的使用を進める目的 (案) | 96 |
| 図 7.1 | 低価格 GNSS 受信機の一例 | 103 |
| 図 7.2 | 測地サプライチェーン | 107 |
| 図 7.3 | 高精度衛星測位の技術協力 何が変わるのか | 117 |
| 図 8.1 | 地理空間情報の戦略的使用の実現が各セクターに広がるイメージ | 122 |
| 図 8.2 | 既往の技術協力の戦略的使用の強化の適用の考察 | 123 |

表 一 覧

| | | |
|--------|--------------------------------------|-----|
| 表 1.1 | 研究項目 | 25 |
| 表 1.2 | 研究担当スタッフ（五十音順） | 27 |
| 表 4.1 | 東ティモールにおけるポテンシャルユーザ機関の一覧 | 60 |
| 表 4.2 | 東ティモール現地調査におけるヒアリング対象機関と協議概要 | 62 |
| 表 4.3 | 東ティモール地理空間情報の戦略的使用に関するワークショップの実施概要 | 63 |
| 表 4.4 | 東ティモール地理空間情報の戦略的使用に関するワークショップ参加者所属機関 | 64 |
| 表 4.5 | タイの現地調査に向けた机上調査対象機関・組織の一覧 | 68 |
| 表 4.6 | タイにおける地理空間情報に関する机上調査結果（政府機関） | 69 |
| 表 4.7 | タイにおける地理空間情報に関する机上調査結果（国際機関、民間・団体機関） | 71 |
| 表 4.8 | 各類型の特徴及び含まれる組織の概要とインタビュー候補先 | 72 |
| 表 4.9 | インタビュー候補先選定におけるデザイン検討シート | 73 |
| 表 4.10 | 地理空間情報の戦略的使用の強化に向けた仮説（GISTDA） | 77 |
| 表 4.11 | 地理空間情報の戦略的使用の強化に向けた仮説（RID） | 78 |
| 表 4.12 | タイ現地調査における協議概要 | 79 |
| 表 6.1 | 我が国の開発協力のセクターと事例 | 88 |
| 表 6.2 | 地理空間情報の戦略的使用の可能性があり得た近年の事例 | 91 |
| 表 6.3 | 従来型（仮称）と戦略型（仮称）の開発協力の対比案 | 97 |
| 表 7.1 | CORS を用いる高精度衛星測位の方式 | 99 |
| 表 7.2 | 電子基準点（CORS）に関する JICA プロジェクトの概要 | 101 |
| 表 7.3 | 測地用 GNSS 受信機と低価格 GNSS 受信機の違い | 104 |
| 表 7.4 | 実用化されている PPP 及び PPP-RTK のサービスの例 | 105 |
| 表 7.5 | ヒアリング実施記録 | 107 |
| 表 7.6 | 専門家ヒアリングのまとめ | 108 |
| 表 7.7 | 官民連携による高精度衛星測位サービスの運用・維持管理案の例 | 119 |
| 表 8.1 | セクター別 Before/After 比較表 | 123 |
| 表 8.2 | 防災分野の災害に対する時系列のステージ毎の技術協力の活動例 | 124 |

略語表

| 略語 | 正式名称 (英語ほか) | 和訳 |
|-------|---|---|
| AI | Artificial Intelligence | 人工知能 |
| ALGIS | Agriculture and Land-use Geographic Information System | 農業水産省傘下の農地利用GIS部 (東ティモール) |
| API | Application Programming Interface | アプリケーション・プログラミング・インターフェイス (異なるプログラム等を連携させる仕組み) |
| AR | Augmented Reality | 拡張現実 |
| BCP | Business Continuity Planning | 事業継続計画 |
| BMA | Bangkok Metropolitan Administration | バンコク首都圏庁 (タイ) |
| CE | Conformité Européenne (仏語), European Conformity | 欧州規格適合 |
| CIO | Chief Information Officer | 最高情報責任者 |
| CN | Cloud Native | クラウドネイティブ |
| CNDG | Centro Nacional de Dados Geospaciais (ポルトガル語), National Center for Geospatial Data | 国家地理情報センター (東ティモール) |
| COG | Cloud Optimized GeoTIFF | クラウド最適化GeoTIFF (画像データのファイル形式の一種) |
| CORS | Continuously Operating Reference Station | 電子基準点 (GNSS連続観測局) |
| C/P | Counterpart | カウンターパート |
| CSV | Comma Separated Values | カンマ区切り |
| DAB | Digital Audio Broadcasting | デジタルラジオ |
| DC | Data Center | データセンター |
| DEM | Digital Elevation Model | 数値標高モデル |
| DEPA | Digital Economy Promotion Agency | デジタル経済振興庁 (タイ) |
| DePIN | Decentralized Physical Infrastructure Networks | 分散型物理インフラネットワーク |
| DGA | Digital Government Development Agency | デジタル政府開発庁 (タイ) |
| DGHU | National Directorate of Housing and Urban Planning | 住宅・都市計画局 (東ティモール) |
| DGOT | Direção Geral do Ordenamento do Território (ポルトガル語), General Directorate of Planning and Territory | 国土計画総局 (東ティモール) |
| DNMG | Direção Nacional de Meteorologia e Geofísica (ポルトガル語), National Directorate of Meteorology and Geophysics | 国家気象地球物理局 (東ティモール) |
| DNH | Direção Nacional Habitação (ポルトガル語), National Directorate of Housing | 住宅・都市化局住宅部 (東ティモール) |
| DNU | Direção Nacional Urbanização (ポルトガル語), National Directorate of Urbanization | 住宅・都市化局都市化部 (東ティモール) |
| DOL | Department of Lands | 土地局 (タイ) |
| DPT | Department of Public Works and Town and Country Planning | 公共事業・都市農村計画局 (タイ) |
| DRR | Disaster Risk Reduction | 災害リスク軽減 |
| DX | Digital Transformation | (社会の) デジタル変革 |
| ESCAP | (United Nations) Economic and Social Commission for Asia and the Pacific | (国際連合) アジア太平洋経済社会委員会 |
| ESG | Environment, Social and Governance | 環境、社会、ガバナンス (企業経営に求められる3要素) |
| FGB | FlatGeobuf | フラットジオバフ (地理空間情報のファイルフォーマット) |

| | | |
|------------|--|---|
| FOSS4G | Free and Open Source Software for GeoSpatial | 地理空間情報に関するオープンソースソフトウェアの総称 |
| GCF | Green Climate Fund | 緑の気候基金 |
| GDAL | Geospatial Data Abstraction Library | グードルまたはジードル (地理空間情報の変換ライブラリ) |
| GeoJSON | Geographic JavaScript Object Notation | ジオ・ジャバスクリプト・オブジェクトノーテーション形式 (地理空間情報のファイルフォーマット) |
| GEONET | GNSS Earth Observation Network System | ジオネット (日本の電子基準点網) |
| GEODNET | Global Earth Observation Decentralized Network | ジーオーディーネット (ブロックチェーン技術で民間が構築するグローバルなRTK基準局網の一つ) |
| GeoParquet | GeoParquet | ジオパルケ (地理空間情報のファイルフォーマット) |
| GIS | Geographic Information System | 地理情報システム |
| GISTDA | Geo-Informatics and Space Technology Development Agency | 地理情報・宇宙技術開発機関 (タイ) |
| GNSS | Global Navigation Satellite System | 全球測位衛星システム |
| GPKG | GeoPackage | ジオパッケージ (地理空間情報のファイルフォーマット) |
| GPS | Global Positioning System | 米国が開発・運用する測位衛星システム |
| GUI | Graphical User Interface | グラフィカル・ユーザ・インターフェイス |
| HDD/SSD | Hard Disk Drive / Solid State Drive | 大容量記憶媒体の種類 |
| HDX | Humanitarian Data Exchange | 人道データ交換 |
| HII | Hydro Informatics Institute | 科学技術省水文情報研究所 (タイ) |
| HOT | Humanitarian OpenStreetMap Team | 人道支援OSMチーム |
| IAG | International Association of Geodesy | 国際測地学協会 |
| ICRC | International Committee of the Red Cross | 赤十字国際委員会 |
| ICT | Information Communication Technology | 情報通信技術 |
| IDP | Internally Displaced People (Persons) | 国内避難民 |
| IGS | International GNSS Service | 国際GNSS事業 |
| IGTL | Instituto de Geociências de Timor-Leste (ポルトガル語), Institute of Geoscience Timor-Leste | 東ティモール地球科学研究所 |
| INETL | Instituto Nacional De Estatística Timor-Leste (ポルトガル語), National Institute Of Statistics Timor-Leste | 東ティモール国立統計研究所 |
| InSAR | Interferometric Synthetic Aperture Radar | 干渉合成開口レーダー |
| IoT | Internet of Things | モノのインターネット |
| ITRF | International Terrestrial Reference Frame | 国際地球基準座標系 |
| ITU | International Telecommunication Union | 国際電気通信連合 |
| JAXA | Japan Aerospace Exploration Agency | 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 |
| JICA | Japan International Cooperation Agency | 独立行政法人 国際協力機構 |
| LCR | Land Consumption Rate | 土地利用率 |
| LCRPGR | Land Consumption Rate / Population Growth Rate | 人口増加率と土地利用率の比率 |
| LDD | Land Development Department | 土地開発局 (タイ) |
| LEO-PNT | Low Earth Orbit - Positioning, Navigation, and Timing | 低軌道衛星測位 |
| LiDAR | Light Detection and Ranging | レーザ画像検出と測距 (地理空間情報の取得技術) |
| LOD | Level of Detail | レベル・オブ・ディテール (3Dモデルの詳細度を示す) |
| MaaS | Mobility as a Service | マース (複数の公共交通を連携して移動の効率化を図る取組) |
| MADCOA-PPP | Multi-GNSS Advanced Demonstration Tool for Orbit and Clock Analysis – Precise Point Positioning | 精密 (高精度) 単独測位技術の一種 |
| MHEWS | Multi-Hazard Early Warning Systems | 多危険早期警戒システム |

| | | |
|---------|--|---|
| MIRAI | Multi-GNSS Integrated Real time and Archived Information system | GNSS統合データ共有システム |
| MMS | Mobile Mapping System | モバイルマッピングシステム (車載写真レーザ測量システム) |
| MoJ | Ministry of Justice | 法務省 (東ティモール) |
| MoP | Ministry of Public Works | 公共事業省 (東ティモール) |
| MOU | Memorandum of Understanding | 基本合意書、了解覚書 |
| MPIE | Ministério do Planeamento e Investimento Estratégico (ポルトガル語), Ministry of Planning and Strategic Investment | 計画・戦略的投資省 (東ティモール) |
| MPM | Ministry of Petroleum and Minerals | 石油・鉱物省 (東ティモール) |
| MR | Mixed Reality | 複合現実 |
| MRDCH | Ministry of Rural Development and Community Housing | 農村開発・地域住宅省 (東ティモール) |
| NGO | Non-Governmental Organization | 非政府組織 |
| NLA | National Land Authority | 土地局 (ルワンダ) |
| NRCan | Natural Resources Canada | カナダ天然資源省 |
| NRTK | Network Real Time Kinematic | ネットワーク型リアルタイムキネマティック測位 |
| NSDI | National Spatial Data Infrastructure | 国土空間データ基盤 |
| NTRIP | Networked Transport of RTCM via Internet Protocol | エヌトリップ (GNSS補正データ通信プロトコル) |
| OCHA | (United Nations) Office for the Coordination of Humanitarian Affairs | (国際連合) 人道問題調整事務所 |
| ODA | Official Development Assistance | 政府開発援助 |
| OS | Operating System | オペレーティングシステム、オーエス |
| OSGeo | Open Source Geospatial (Foundation) | オーエスジオ (財団) (地理空間情報の共有化を推進する非営利団体) |
| OSM | OpenStreetMap | オープンストリートマップ |
| OSM-C | OpenStreetMap Community | オープンストリートマップ・コミュニティ |
| OSM-T | OpenStreetMap Thailand | オープンストリートマップ・タイランド |
| PC | Personal Computer | パーソナルコンピュータ、パソコン |
| PGR | Population Growth Rate | 人口増加率 |
| PM2.5 | Particulate Matter 2.5 | 直径 $2.5\mu\text{m}$ 以下の微小粒子状物質 |
| PM10 | Particulate Matter 10 | 直径 $10\mu\text{m}$ 以下の微小粒子状物質 |
| PMTiles | Pyramids of Map Tiles | ピラミッド化ベクトルタイル形式 |
| PNT | Positioning, Navigation, and Timing | 測位・航法・時刻同期 |
| PPP | Precise Point Positioning | 精密 (高精度) 単独測位 |
| PPP-AR | Precise Point Positioning with Ambiguity Resolution | 整数不確定性を推定する精密単独測位法 |
| PPP-RTK | Precise Point Positioning - Real-Time Kinematic | 精密単独測位型リアルタイムキネマティック測位 |
| PR | Public Relations | 広報 |
| QGIS | Quantum Geographic Information System | キュージーアイエス (地理情報システムの製品名、旧称 Quantum GIS) |
| QZSS | Quasi-Zenith Satellite System | 準天頂衛星システム (日本の「みちびき」) |
| REDD+ | Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries plus | 森林減少・劣化からの温室効果ガス排出削減に加え、植林事業や森林保全による炭素ストックの積極的な増加を加えた概念 |
| RID | Royal Irrigation Department | 王立タイ灌漑局 |
| RRS | Real Reference Station | 実基準点 (方式) |

| | | |
|---------|---|-----------------------------------|
| RTCM | Radio Technical Commission for Maritime Services | 海上サービス無線技術委員会 |
| RTK | Real Time Kinematic | リアルタイムキネマティック測位 |
| RTSD | Royal Thai Survey Department | 王立タイ測量局 |
| SAR | Synthetic Aperture Radar | 合成開口レーダー |
| SDG3 | Sustainable Development Goal 3 | 持続可能な開発目標 3 (すべての人に健康と福祉を) |
| SDG11 | Sustainable Development Goal 11 | 持続可能な開発目標11 (住み続けられるまちづくりを) |
| SDGs | Sustainable Development Goals | 持続可能な開発目標 |
| SDI | Spatial Data Infrastructure | 空間データ基盤 |
| SIDA | Swedish International Development Cooperation Agency | スウェーデン国際開発協力庁 |
| SLA | Service Level Agreement | サービス水準合意 |
| SNS | Social Networking Service | ソーシャル・ネットワーキング・サービス |
| SSID | Service Set Identifier | サービスセット識別子 |
| STAC | Spatio-Temporal Asset Catalog | 時空間アセットカタログ |
| 3D | Three dimensions; three dimensional | 三次元 (の) |
| TOR | Terms of Reference | 業務委任書、業務方針書、特記仕様書 |
| UAV | Unmanned Aerial Vehicle | 無人航空機 |
| UNDP | United Nations Development Programme | 国連開発計画 |
| UN-GGCE | United Nations Global Geodetic Centre of Excellence | 国連地球規模の測地連携拠点 |
| UN-GGIM | United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management | 国連地球規模の地理空間情報管理に関する専門家委員会 |
| UNITAR | United Nations Institute for Training and Research | 国際連合訓練調査研究所 |
| UNOSAT | United Nations Satellite Centre | 国際連合衛星センター |
| URL | Uniform Resource Locator | ユールエル (ウェブページ等のインターネット上の所在地) |
| UX | User Experience | ユーザ体験 |
| VR | Virtual Reality | 仮想現実 |
| VRS | Virtual Reference Station | 仮想基準点 (方式) |
| WB | World Bank | 世界銀行 |
| WSL | Windows Subsystem for Linux | Linux用Windowsサブシステム |
| XR | Extended Reality, Cross Reality | AR (拡張現実)、MR (複合現実)、VR (仮想現実) の総称 |

報告書 (要約)

要約

概要

本研究は、日本の途上国支援における地理空間情報の価値を最大化し、プロジェクト完了後も成果が持続的に使われ続ける状態を実現するために、「地理空間情報の戦略的使用 (Strategic Use)」という視点を明確にし、その実現に向けた新たな協力オプションを提示したものである。

従来の地図作成や CORS (電子基準点) 等の地理空間情報に関する技術協力は、技術移転そのものは進んだものの、プロジェクト終了後の持続的な可用性の維持、財源の確保、共通ゴールの不在、技術定着が十分でないこと等の課題から、地理空間情報が政策立案や業務改善の場で戦略的に使われない傾向が見られた。本研究では、そのような状況の改善に向けて、持続性と実効性を意識した検討を行った。

本研究の主な成果は以下の通りである。

1. クラウドネイティブ技術の導入で可用性を飛躍的に改善

本研究では、ICT 環境が整備された現代に沿った、地理空間情報をクラウドネイティブ (CN) 形式 (PMTiles 等) で管理・配信するという革新的なアプローチを検証した。

主要な結果は以下のとおり。

- データ容量は従来比約 1/10 に圧縮
- 表示速度は GeoJSON 比で 2 倍以上向上
- UNDP GeoHub や Source Cooperative など第三者プラットフォームによる外部配信も実用レベルデータ分析用途への再変換 (FlatGeobuf・GeoParquet) にも問題なし

オープンデータの CN 技術の導入により、必要な時に、誰もがすぐ使える地理空間情報インフラを、途上国でも低コストで実装できる道筋が示された。

2. SDG11 を対象に「戦略的使用」を具体的に実証

SDG11 (住み続けられるまちづくり) は、国連による評価でもモニタリングが最も遅れているゴールであり、地理空間情報を活用する余地が大きい。

本研究では、オープンデータとウェブ地図技術だけで以下のような主題図を東ティモールおよびタイで実装した。

- 公共交通アクセス (SDG11.2)
- 人口増加率と土地利用の関係 (SDG11.3)
- 大気汚染モニタリング (SDG11.6)
- 医療アクセスの可視化 (SDG3.8)

その結果、適切なオープンデータさえあれば、SDG11 関連の重要指標の可視化は途上国でも実務的に実現できることが確認された。

さらに、3D 表示や衛星画像の重ね合わせも可能で、政策立案者・住民・技術者が共通の状況認識

を持てるプラットフォームとしての有効性も確認できた。

3. 現地調査：東ティモールとタイで高い受容性を確認

東ティモール（社会のデジタル化の初期段階）とタイ（同成熟段階）という対照的な2か国で実施した調査から、共通して以下が明らかとなった。

- 地理空間情報の戦略的使用という概念は双方に受け入れられた
- 技術的能力不足やデータの非統一、制度の未整備など複数の課題が存在する東ティモールでは、データの標準化・共有体制の構築と人材育成が急務であり、支援余地が大きい
- タイでは既に基盤が整備され、CN 技術・オープンデータ・SNS 的な参加型 GIS 等との親和性が高い
- 両国とも OSGeo や OSM-C などオープンな実践コミュニティが活動しており、連携の可能性が高い

これにより、戦略的使用を前提とした協カスキームは、社会のデジタル化の成熟度にかかわらず成立しうることが確認された。具体的には、通信や人員に限られる場面では軽くて速い「表示版」（例：PMTiles での地図表示）をまず導入し、基盤が整っている場面では「分析・連携強化版」（既存システムとの API 連携や分析用データの出力）へ拡張する。このように段階別で検討することにより、東ティモールのような初期段階では前者を、タイのような成熟段階では後者を優先でき、受け手の活用が広がることに加えて、受け手も広がる、

4. CORS 協力：一律構築から「適正規模+エコシステム共創」へ転換

電子基準点（CORS）を活用した高精度衛星測位は、測量だけでなく、建設・農業・物流・防災・都市管理等、社会の DX を支える基盤技術である。しかし、途上国で大規模 CORS 網を構築しても維持コストと運用体制がボトルネックとなり持続しない事例が多い。

これら経験を踏まえ、本研究では以下を提言した。

- 国家座標系整備と国際標準（ITRF 等）との整合をプロジェクトに組み込み、対象国の座標系の信頼性を向上する
- 一律の CORS 整備ではなく、必要な適正規模+代替技術も含む柔軟構成による財務負担軽減で持続性向上へ（日本の MADOCA-PPP 等の精密単独測位技術、低価格受信機の活用等）
- 地理空間情報当局・民間事業者・ユーザ・代理店を含む「衛星測位エコシステム」を共創する
- 利活用の広がり踏まえ、政府単独ではなく、官民でサービス運用コストを分担する仕組みを設計する

つまり、CORS のインフラ整備自体を協力の目的にするのではなく、社会課題解決のために高精測位を適切に活用するための協力内容に改善される必要がある。

5. 横断的知見：連携・調整・仲介者の存在が成功の鍵

戦略的使用を実現するための共通ポイントは以下である。

- 課題当局（都市・防災・交通等）と地理空間情報当局の連携が不可欠
- 課題とその解決のための手段としての地理空間情報を理解する仲介者（メディエーター）の存

在が極めて重要

- コミュニティや民間企業とのオープンな連携で、更新・配信・人材育成の機能を現地化し持続性を高める
- 既存のセクター案件内で一要素として地理空間情報を取り入れ、試し、共有するパイロットの実施によって、戦略的使用による課題解決の有用性を共有することが効果的

以上の成果を踏まえると

- CN 技術により、地理空間情報の可用性は飛躍的に向上し、途上国でも導入可能
- SDG11 のような政策課題に対して、地理空間情報は実践的に貢献できる
- 途上国によっては、CN 技術は受容され、またコミュニティも存在しており、CN 技術導入の環境は整っている
- CORS 協力は、適正規模＋エコシステム共創により持続性を確保できる可能性がある

最後に、課題オリエンテッドな協力における地理空間情報の戦略的使用にかかる本研究の提言は以下のとおり。

- 課題起点で情報を集め、仲介者を置く。
課題と技術の橋渡し役として、案件形成から運用までを継続的に担う仲介者（JICA 本部・現地事務所、専門家、コンサルタント等）を配置することが重要である。多様な専門家が連携して関係機関の調整を進めることで、課題オリエンテッドな案件の成功率を高める。
- 地理空間情報を単独の課題としてとらえるのではなく、様々な課題解決の基盤技術として活用する。

地理空間情報は異なる開発セクターを横断する横串として機能できると考えられる。例えば、ウェブ地図は、現状把握→対話→意思決定→実行→モニタリングの循環を支え得る。これによって政策担当者・住民・技術者が同じ景色を見るための共通の場となり、政策の納得性と実行可能性を高める。地理空間情報の戦略的使用は、状況の可視化を促し、異なる開発セクター間の横串として機能することで、事業の実行可能性に貢献する。本研究では、モニタリングに関し、SDG11 の進捗の可視化手法として UN-Habitat に試作ウェブ地図を提示し、その有用性につき確認した。戦略的使用により地理空間情報関係者の認知度向上を図り、地理空間情報技術の価値を高める革新につながる可能性がある。

- CORS 協力については適正規模の技術導入と制度整備を起点に、官民連携で衛星測位エコシステムを構築する。

(1) 国家座標系×国際標準の整合 (2) 適正規模の技術導入 (3) 法制度整備と官民の役割分担によるエコシステム設計により、社会課題解決に高精度測位を使い続けられる仕組み作りを促す。また、相手国の制度・財政・人材・市場の状況と技術潮流を見極め、必要性和持続性を個別に吟味する必要がある。

これらにより、途上国における地理空間情報の価値は最大化され、技術移転だけでは実現し得なかった、迅速かつ透明性の高い意思決定が、運用・制度・人材が連動する体制の下で持続的に実現される。

第1章 はじめに

○現状と課題

地理空間情報がその価値を発現するために重要な点は、地理空間情報が、開発課題解決のために、タイムリーに業務／分析／意思決定等に使用されること（以下「地理空間情報の戦略的使用」という。）である。しかし、地図及び電子基準点（CORS 及び関連技術）を対象とする技術協力プロジェクト（技プロ）では、援助側・被援助側ともに技術移転には熱心であるものの、プロジェクト完了後の戦略的使用の面では、サービスの可用性（継続稼働）、共通ゴールの定義、移転技術の定着、財務当局による運用・維持予算の確保に課題が生じている。

○対応の方向性

現在はウェブ及びモバイルデバイスによる地理空間情報の活用が主流化し、①活用形態の多様化、②サービスへのアクセス量の増大といった様相が現れていることから、サービスの可用性の十分な確保が行える可能性が高まっている。このような現状に対応し、地理空間情報の提供を実施機関でも JICA でもない第三者の複数のプラットフォームに委ねる途を開拓し、併せてその途を実現するための方法に関し、可能な限りオープンソースソフトウェアとして実装することが一つの解決策となる。実際、我が国の国土院のウェブ地図（地理院地図）の運用も、ICT 環境の進化とともにオンプレミス（自前）から外部化の方向に進んできた。このようにプラットフォームやソフトウェアを自前で所持せず、クラウド技術を通じて分散型に移行することは、一般に透明性・信頼性・安全性が高く、柔軟にカスタマイズできることから、運用コストの低減につながると見込まれている。これにより、将来の技プロの協力内容が今日の技術環境にふさわしいものとなり、結果として効率化（運用コストの低減に加え、サービス提供の迅速化、開発・カスタマイズの容易化、そして地理空間情報の戦略的使用による意思決定の合理化を含む。）につながることになる。また、既存の地理空間情報を用いて具体個別に戦略的使用の事例を確立することも課題への解答となる。

CORS を含む衛星測位技術の持続性の課題に関しては、実施機関や現地社会の受入能力に対してより適正な協力を実施することができれば、先方財務当局において確保が必要な運用／維持予算の規模を、より適正にすることが可能となる。既往の協力から得られた教訓も踏まえつつ、実施機関や現地社会の受入能力に対して、適正な協力手法と上位目標を改めて整理することが課題への解答となる。

○本研究の目的

本研究の目的は、日本の開発途上国支援の現場における地理空間情報の戦略的使用を促進し、可用性を向上させるとともに、現在の協力の在り方を再検討し、持続性と実効性を備えた協力オプションを提示することにある。

なお、本研究では、主にデジタル地形図作成と衛星測位（CORS 整備）の2つの視点で検討を進める。その理由として、以下の点が挙げられる。①地理空間情報分野での技術協力では、伝統的に地形図作成・更新に係るプロジェクトが主たる対象となっていたこと、②地理空間情報分野でのデジタル化の進展につれて GIS での利用を意識したプロジェクトも実施されていたこと、③衛星測位に関し、今日 cm（センチメートル）級の位置精度を得る手段として、CORS をインフラとして用いる高精度 GNSS 測位が世界で最も普及しており、ここ 10 年ほどでミャンマー、バングラデシュ、タイ、カンボジア、セネガルと相次いで関連プロジェクトがスタートしていること、④他方で、CORS については

維持管理等様々な課題に直面しており、課題解決に向けて CORS 協力の改善に加えて、代替オプションの検討も求められること、⑤従来、両分野とも途上国からの要請が大きかったが、近年内外の関係者の理解を得られにくくなってきていること。

○設定課題

本研究の実施にあたり、具体的には以下の2つの課題を設定した。

【課題1】デジタル地形図の今後の技術協力の在り方について

- (1) ICT 環境整備の進展により、途上国においてもデジタル化された地理空間情報が提供され、それが一般に利用される状況が実現している。このような状況を踏まえ、とりわけデジタル地形図に関する戦略的使用についての実現方策を検討する必要がある。なお、いくつかの想定しうる道筋がある場合、まず最も実現可能性が高いシナリオで検討する。
- (2) 地図の主題として SDG11（住み続けられるまちづくりを）を取り上げ、このテーマに関心のある機関に対して、地理空間情報の戦略的使用の観点から関与する方法を検討する。SDG11 のターゲット指標は、2023 年時点の国連自身の達成度評価で最もモニタリングが行えていないゴール (<https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/progress-chart/Progress-Chart-2023.pdf>) であり、地理空間情報の技術が土地利用や交通等のテーマの可視化、各ターゲットの進捗にかかるモニタリング手法の構築に貢献しうることを証明し、これらに関連する市場にかかる地理空間情報関係者の認知度向上を図り、地理空間情報技術の価値を高める革新につながる可能性があるからである。
- (3) 地理空間情報の活用に関心があり、かつ「オープンな実践のコミュニティ」（ICTに通じ、自らのアイデアをウェブ上で（あるいはリアルな場でも）議論し、実際にプログラム開発も行う活動的なメンバーの集まり）で活動している者との連携を積極的に検討する。彼らはこれまで必ずしも途上国支援のプレイヤーとは目されてこなかったが、途上国においてもこのようなコミュニティが今日存在していることから、自らのスキルを実践の場で適用したいという意向があれば、地理空間情報の戦略的使用に大きな弾みとなる。

【課題2】衛星測位に対する今後の技術協力の在り方について

- (1) 衛星測位に関する戦略的使用を実現するために、衛星測位の技術移転が必要な理由を改めて検討する。これはすなわち、戦略的な上位目標の設定の検討の必要性を再確認することである。
- (2) 途上国の衛星測位技術に関する支援を行う場合は、技術支援先の持続可能性の観点から、財務負担能力を含む実施体制の能力、解決すべき課題の市場性、利活用にかかる関係者との調整能力等、について、実績等を踏まえて慎重に評価し、その結果を踏まえて適切な技術の検討を行い、持続的な維持管理に関する適切な手法を検討する。

○本研究の構成

本研究の構成は図 1 のとおりである。

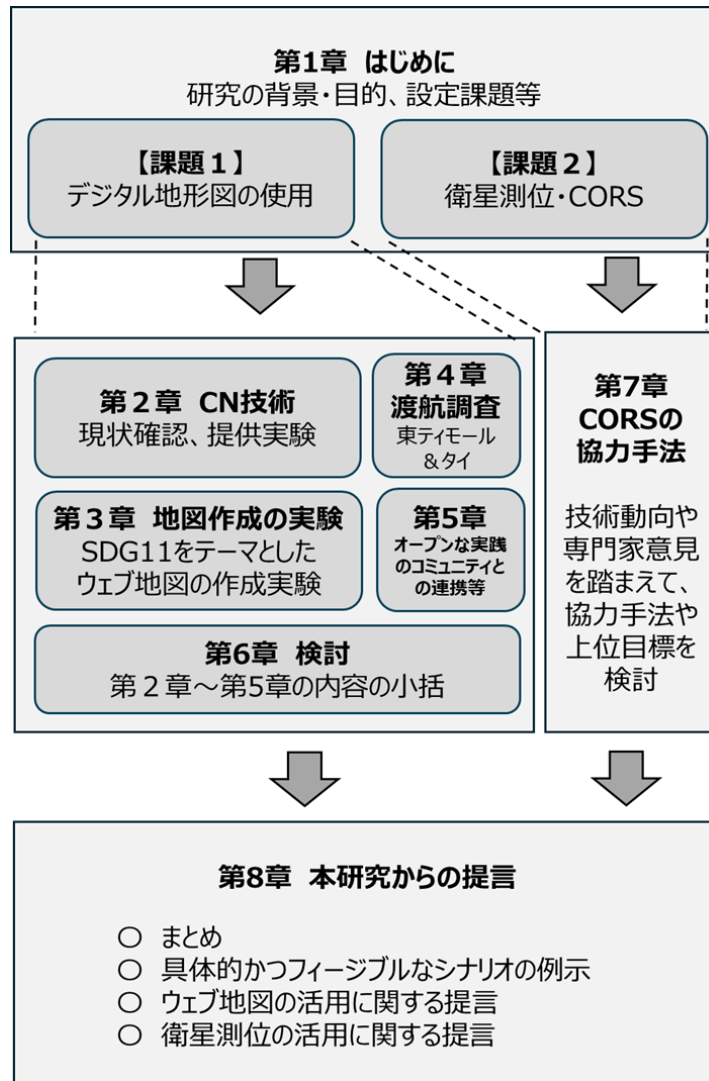


図 1 本研究の構成

第2章 クラウドネイティブ技術の導入による可用性の強化

可用性の向上という観点で、「地図データを PMTiles 形式でクラウド上の外部プラットフォームから配信する」というクラウドネイティブ技術（以下「CN 技術」という。）による手法を軸に検討を行った。技術的な確認と同時に、利用者の使いやすさを確認するため、ディリ（東ティモール）及びバンコク（タイ）のウェブ地図を作成し、UNDP GeoHub や SourceCooperative などのクラウド上で地理空間情報を共有・配信する外部プラットフォームを通じて配信実験も行った。

まず、既存のウェブ地図で用いられる GeoPackage というデータ形式を CN 技術で扱いやすい PMTiles というデータ形式に変換すると、ファイルサイズが約 10 分の 1 に圧縮されることを確認した。次いで、PMTiles とこれも既存のウェブ地図でよく用いられる GeoJSON での処理速度（データ表示速度）について、ローカルサーバー上のディリ市内の道路データをサンプルとして読み込み時間を比較すると、PMTiles の方が 2 倍以上速いことを確認した。また、表示には優れているが成果の分析には不向きな PMTiles 形式から、成果の分析が可能な FlatGeobuf と GeoParquet への変換も行い、これらの処理速度も比較した。これらの作業を通じて、今後の CN データ形式での扱いを見据えて、ベク

ターデータを CN データ形式に変換する際のワークフローの試案を示す（図 2）。

次に、生成したデータを保存・共有する外部プラットフォームを経由してウェブ地図として配信する実験を通じ、技術的には想定どおり活用が可能であることを確認した。実際には Source Cooperative のほか、Humanitarian Data Exchange (HDX)、Amazon Open Data Sponsorship Program、G 空間情報センター、UNDP GeoHub といった複数のプラットフォームの使用を想定した検討を行った。いずれのプラットフォームについても、当該プラットフォームを用いない技術と比較し、可用性、維持管理コストなどの面で優位性を有するが、いずれのプラットフォームが適切であるかは、①利用者の利便性を考えた分析ツール等の提供の有無、②大容量かつ多様な CN データ（CN 技術に基づくデータ）形式への対応の有無、③利用者にとっての使いやすさ、④データプロバイダーとしての認証機能（権威性）の有無、等の利用者が重視する点によって使用に適したプラットフォームの選択が異なる。また、使用するデータライセンスの明確化についても留意すべきことを指摘した。

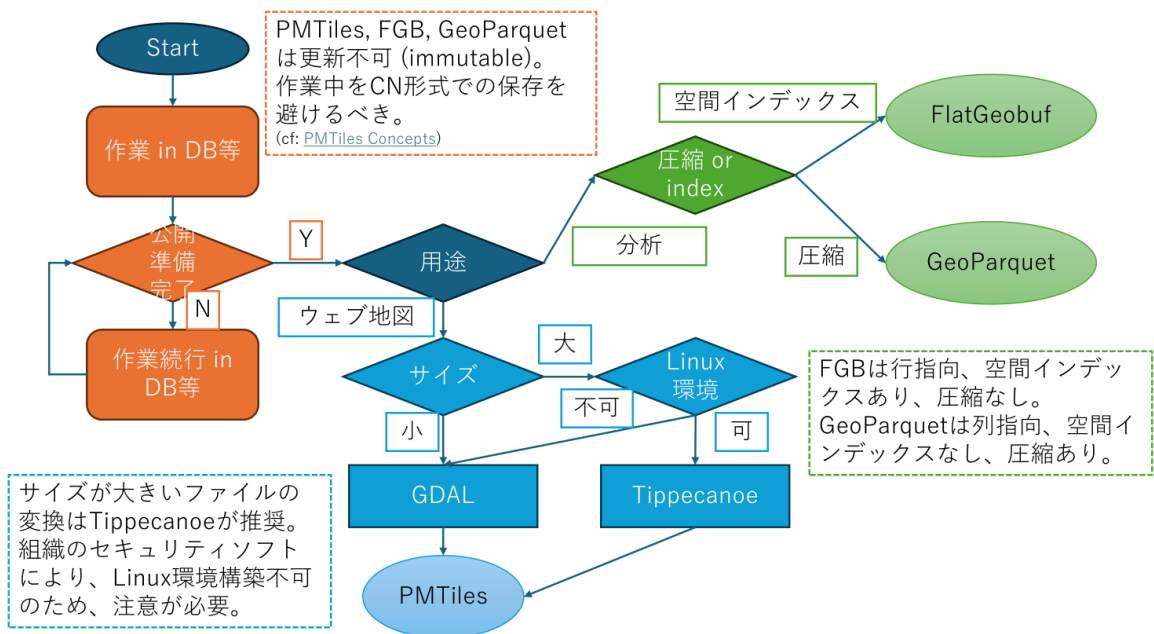


図 2 クラウドネイティブデータ形式への変換ワークフロー（案）

第 3 章 SDG11 に関する地理空間情報の戦略的使用の強化

SDG11（持続可能な都市とコミュニティ）は、安全で持続可能な都市や地域社会を目指す SDGs の一環であり、「誰一人取り残さない (No One Left Behind)」という理念がその基盤となる。この理念は、地理空間情報の活用により都市や地域の課題を「見える化」することで、すべての人々が都市や地域社会の持続可能性の恩恵を公平に受けられることを具体化し、SDG11 の目標達成に寄与することが可能となる。こうした地理空間情報の戦略的使用を支える効果的なツールとして、ウェブ地図が重要な役割を果たす。ウェブ地図は、地理空間情報を視覚的かつ直感的に整理し、使用者に迅速にリーチできる特長を持つため、政策立案者や住民が課題を即座に理解し、具体的な行動に結びつけることが可能となる。また、ウェブ地図は住民参加を促進するプラットフォームとしても機能する。特に途上国では、ウェブ地図を活用することで情報格差を縮小し、効率的な資源配分を実現することが可能となる。また、オープンソース技術やクラウド運用による低コスト化により、技術的制約の多い途上国に

においても有効に活用できる。

地理空間情報の戦略的使用を実現するには、ウェブ上のオープンデータを活用し、必要な情報を地図上に展開の上、可視化するという方法が有力である。この手法を用いて、東ティモールを対象に、「公共交通のアクセス向上」(SDG11.2.1 関連、図 3)、「持続可能な土地利用計画」(SDG11.3.1 関連)、「大気汚染モニタリング」(SDG11.6.2 関連) 及び「医療アクセス可視化」(SDG3.8.1 関連) に関する 4 種類の主題図が作成できることを確認した。

また、タイの首都バンコクを対象にして同様の手法の適用したところ、「人口の地理的分布と公共交通（駅・バス停）へのアクセス」(SDG11.2.1 関連)、「人口増加率（PGR）と土地利用率（LCR）の比率（LCRPGR）」(SDG11.3 関連) に関する主題図（図 4）が作成可能であり、また地図上に重ね合わせた統計データの 3 次元（3D）表現や衛星画像と地図の重ね合わせ表示も問題なく行えた。

これらの実践結果から、SDG11 関連の主題図は、その主題に関する地理的オープンデータが存在すれば、基本的には作成できることを確認した。技術的な観点からは、扱うテーマは SDGs に限らず、一般的な主題図作成への応用も可能と考えられる。実際には、レイヤーの順序や配色の適切な設定のための操作性の向上や、機能の充実と使いやすさのバランスのよい仕様策定などが課題となる。また、SDG11 関連の活動に関与する UN-Habitat に対して、これら試作したウェブ地図を紹介し、LCRPGR 等の指標が都市の課題解決にどのように役立っているかとの観点から意見交換を行ったところ、以下のコメントとともに、JICA との連携は引き続き歓迎することが表明された。①今回紹介のあったウェブ地図のようなエビデンスに基づいたツールによって、様々な場面でデータ活用が行われることは非常に重要である。②東ティモールの公共交通アクセス率の地図からは、無秩序なスプロール現象の存在や、非効率な交通システムが大気汚染を引き起こし、これがさらに呼吸器疾患などの健康被害に繋がるという因果関係を潜在的に示唆する可能性があることは非常に重要である。③LCRPGR の可視化の手法に地図は有益であり、統計的アルゴリズムによるホットスポットの自動的な検出やデータ間の相関の自動的な算出といった機能の実装があれば、都市化と居住の問題に取り組む専門家のニーズに合致する。このように、SDG11 関連の指標に関しても、本研究で試作したようなウェブ地図を改良・充実させ、戦略的使用を積極的に行うことにより、必要とする専門家等に対して新たなアプローチを提供できる可能性がある。

ウェブ地図というツールの導入によって、従来よりも多様な関係者が課題抽出や合意形成のプロセスに参加しやすい環境が整いつつある。例えば、本章で試行した SDG11 関連のモニタリングを行う場合、ウェブ地図の戦略的使用の典型的なプロセスを図 5 に示す。

その一方で、基盤的な地図だけでは SDGs の達成をはじめとする社会的な課題への貢献は困難であり、課題に応じたさまざまな主題データの選定や地図表示上の考え方など地図に関する英知の結集が必要である。そのためには、地理空間情報技術者だけではなく、多様な分野の関係者や現場のステークホルダーと連携し、課題ごとに必要な知見やリソースを共有しながら、総合的なソリューションを構築していくことが求められる。

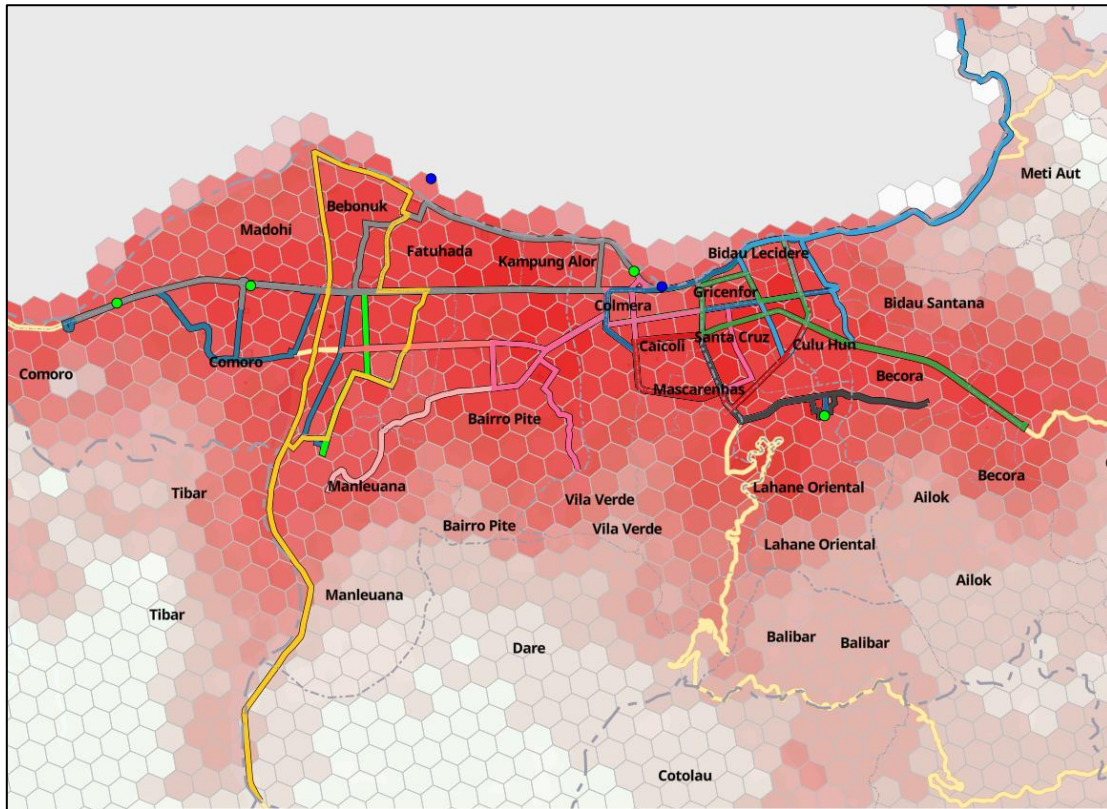


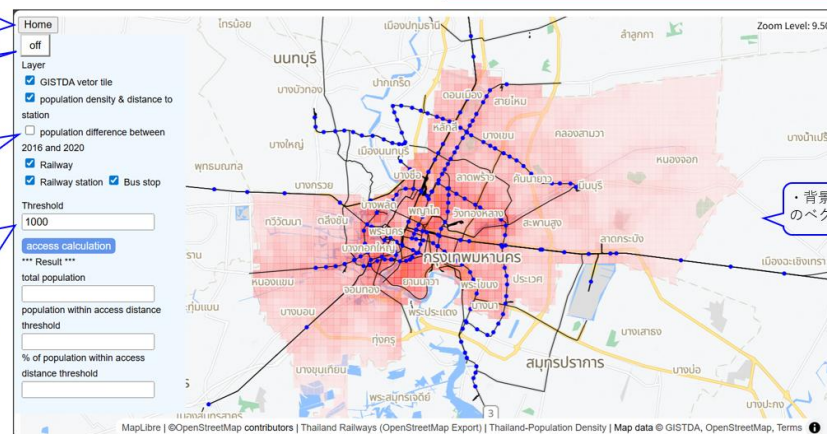
図 3 ディリ（東ティモール）の人口分布と公共交通アクセス

ウェブ地図「公共交通機関へのアクセスが便利な人口分布」の機能

立ち上げ時:
人口密度(赤)、鉄道(黒)、鉄道駅(青)

拡大時:
さらに、バス停(緑)、人口値(青)表示
鉄道駅にマウスを乗せると、最近隣のバス停を赤で表示。クリックすると、そのバス停を通るバス路線を水色で表示

- ・クリックすると5つのウェブ地図メニューに戻る
- ・メニューのオン・オフ
・立ち上げ時はメニュー無
- ・チェックを入れると、人口密度が、人口変化に変化
- 人口密度表示時、鉄道駅までの距離の Threshold (m) を入力し、青のボタンを押すと表示地域の人口と Threshold 以内に住む人口と人口比を表示



・背景図はGISTDAのベクトルタイル

図 4 作成したバンコクのウェブ地図（案）の機能

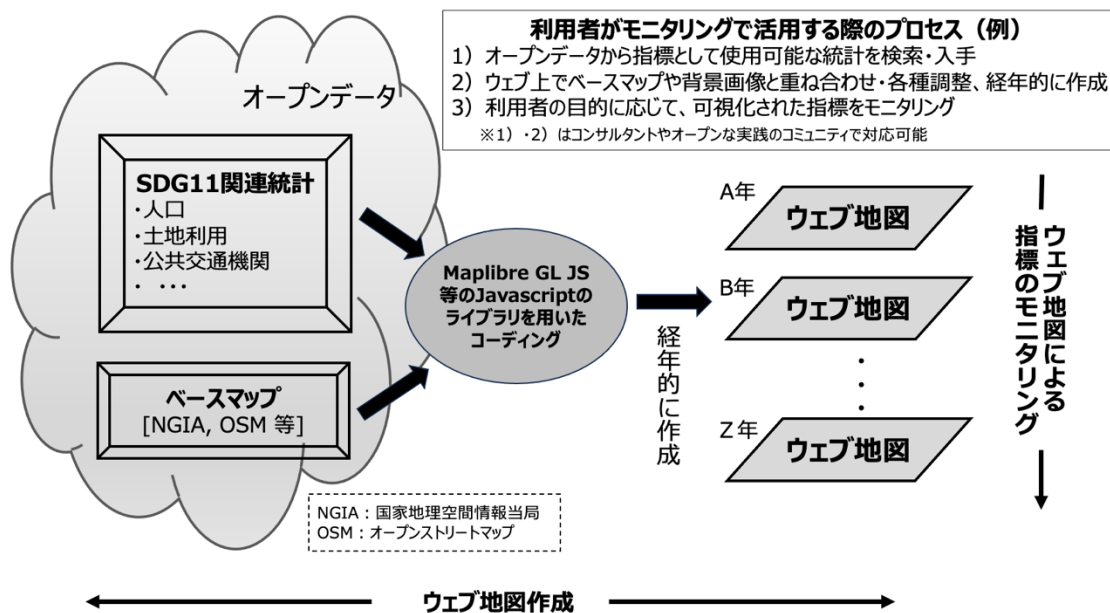


図 5 ウェブ地図の活用プロセスの例

第 4 章 地理空間情報の戦略的使用の強化に向けた渡航対象国の調査結果の整理

開発協力の現場を想定して、戦略的使用の実現可能性検討の一助として、東ティモール及びタイでの現地調査を実施した。現地調査の目的は、将来のプロジェクト実施機関及びオープンな実践のコミュニティを巻き込むために必要な機関に対して、CN 技術の概要及び SDG11 に関する地理空間情報の戦略的使用を例示し、対象国のデジタルトランスフォーメーション (DX) 戦略や個別課題とどう連携できるか、そして今後の協力において相手国のオーナーシップによる課題解決と価値創造にどう貢献できるかを関係者と共に議論をすることである。これら 2 か国は東南アジア地域に属するが、地理空間情報の整備・活用・公開状況、普及度や認知度、成熟度といった観点において、東ティモールは開発段階が初期にあるのに対し、タイは比較的成熟した段階まで達していると考えられる。これら 2 か国は国の開発段階が大きく異なるものの、以下に述べる状況にも鑑み、異なるステージの 2 か国を対比的に見て検討することは適切と判断した。

東ティモールにおいては、現在 JICA が地理空間情報整備に関する技プロ「東ティモール国適切な土地管理のための地形図作成能力向上プロジェクト」を実施中であり、同技プロのカウンターパート機関である国家地理情報センター (National Center for Geospatial Data: CNDG) をはじめとして、複数のステークホルダーが存在し、地理空間情報の戦略的使用に関してこれらのステークホルダーからのフィードバックや将来のコミットメントを得られる目処がついている。

他方、タイにおいては、すでに地理空間情報の整備と活用が進展しており、タイ地理情報・宇宙技術開発機構 (Geo-Informatics and Space Technology Department Agency: GISTDA) や王立タイ測量局 (Royal Thai Survey Department: RTSD) が中心となり、地図データや衛星画像データ、リモートセンシング情報を整備している。防災、都市計画、農業、森林分野での地理空間情報の利用も進み、UAV (無人航空機、ドローン) などの新技術も積極的に導入する機関がある。国としても情報化政策 (Thailand Digital Economy and Society Development Plan) でデジタル化戦略が策定され、国が行うオープンデータガバメントセンターやシティデータプラットフォームを介した地理空間情報のオープン化が進められている。以下、それぞれの国における調査の詳細 (机上調査 (文献調査、ウェブでのイ

ンタビュー等)を含む。)は本文に譲り、ここでは現地調査の概要を記す。

東ティモールでの現地調査は2025年6月に実施した。地理空間情報のポテンシャルユーザ機関である統計局(INETL)及び住宅・都市化局(DGHU)を訪問して聞き取り調査を行ったほか、CNDGが主催のワークショップ「Workshop on Strategic Use of Geospatial Information in Timor-Leste」を開催し、18機関から計73名(うちJICA関係者5名を含む。)の参加を得た。通常の説明形式の発表に加え、JICA調査団が事前にオープンデータを使用して作成したウェブ地図によるデモンストレーションの後、参加者ととともにそのウェブ地図を実際に操作しながらグループごとにディスカッションを行った。開発協力の余地が非常に大きい東ティモールでは、このワークショップの場を通じて、参加者から日本及びJICAの協力を期待する声が大きく聞かれた。一方、ウェブ地図は価値があり有益であるが、より多くの地理空間情報レイヤー、地図上の凡例の明確化、属性テーブルに他のデータを追加するオプションなどがあればより有益であるという声も寄せられた。また、地理空間情報の戦略的使用の概念についても違和感なく受け入れられた。東ティモールの場合は、多くの途上国と同様に、通信環境や使用可能な機材のスペックなどの情報インフラの課題や、地理空間情報をはじめとするデータに関する法整備面での課題等はあるものの、戦略的使用を実践する素地は整っている印象である。

一方、タイにおける現地調査は2025年8月に実施した。現地調査の目的は、本プロジェクト研究の活動内容を説明した上で、地理空間情報の戦略的使用の視点からウェブ地図の在り方について技術者の立場としての意見を確認することである。訪問先はGISTDA、王立タイ灌漑局(RID)の公的機関に加え、地理空間情報技術に関するコンサルティングサービスを専門とする民間企業であるi-bitz社である。

すでに政府の情報化政策(Digital Thailand Plan)が策定され、CN技術やオープンソースソフトウェアの導入、オープンデータの推進、複数の組織間でのデータ共有、企業による地理空間情報ビジネスなどが進んでいることから、これら3機関でのヒアリング調査では、いずれも地理空間情報の戦略的使用の考え方は当然であるかのように評価された。人材育成やデータの標準化等の課題は見られるが、戦略的使用のポテンシャルは十分に高いとの印象である。

また、本研究を通じて明らかとなったのは、戦略的使用の実現には、従来のオンプレミス中心の技術環境では対応が困難であった要件(可用性、拡張性等)が不可欠であり、これらはクラウドネイティブ技術とオープンソースソフトウェアの組み合わせによって初めて実現可能になるという点である。

しかし、これまでの案件形成や技術協力では、受注者がクラウドネイティブ技術を取得し活用する機会は限定されていた。そのため、今回クラウドネイティブ基盤を用いることで初めて、途上国においても地理空間情報を戦略的に利用できる環境が整備し得ることを具体的に確認できた点は、本研究の重要な成果である。

以上を踏まえて総合的に判断すると、調査対象2か国にはデジタル化の成熟度に差こそ見られるが、クラウドネイティブ技術とオープンソースソフトウェアを活用した地理空間情報の戦略的使用という考え方は、十分に受け入れられ、かつ実装可能なものと結論づけられる。

第5章 オープンな実践のコミュニティとの連携及び産学官民が参加しうる仕組みの検討

本章では、「オープンな実践のコミュニティを巻き込む」及び「産学官民が参加しうる仕組みをプロトタイプする」という項目について検討した。本研究の一環で現地を訪れた東ティモールやタイでも、すでにオープンな実践のコミュニティとしてOSGeoやOSM-C等が活動し、政府機関や民間がウェブ地

図技術を活用していることを確認した。

このような状況を踏まえ、基本的に特定の政府機関をカウンターパート (C/P) として進められる従来の技プロの枠組みに対し、例えば「連携パートナー」のような形で、民間企業や大学のほか、地理空間情報関係であればオープンな実践のコミュニティについても組み込めるような柔軟な発想も今後は求められよう。また、JICA 専門家の新しい役割として、多様なステークホルダー間の連携を促す触媒のような役割を担い、技プロ終了後も長く緩やかに関与を続けることも求められる。また、この分野の国内有識者からも、国際性と地域性の双方の視点を併せ持ったエキスパート人材の拡大が必要との意見を得ている。

一方、産学官民が参加しうる仕組みのプロトタイプ作りについては、本研究の枠内では具体的な成果として結実しなかったものの、今後は JICA 側では現地関係機関との間で文書による合意の取り付けが必要なこと、またコンサルタント側には継続的な活動のサポートが望まれることなどを整理した。

第 6 章 技術協力プロジェクトメニューのオプションの検討

○各種プロジェクトにおける地理空間情報の果たす役割

我が国は途上国に対し、地域・国ごとやセクターごとに具体的な技術協力を行っている。特に、技プロは社会基盤（インフラ）形成、資源・エネルギー、防災・環境、農林漁業など極めて広範な分野で行われているが、地理空間情報はこれらの技プロで広く必要とされ、それらを支える基盤、すなわち「インフラのインフラ」とも呼べる存在である。

他方、地理空間情報分野における開発協力のこれまでの方向性は、最新の技術（GNSS 測量、デジタル地形図、地理情報システム（GIS）等）を被援助国（地理空間情報当局等）が要望し、その要望に沿った形で移転された技術が現地で浸透し、普及や活用につながるというストーリー、いわゆる「技術ドリブン」と称される手法に重きが置かれ過ぎていたのではないかとの認識が本研究における前提となる。技術移転を中心に据える手法は、現地機関の要望に沿った形で実施されることが多い一方、移転された技術を継続的に活用するための自律的な予算確保が困難であり、持続可能性に乏しい傾向が見られる。その結果、技術の効果が現地社会全体に十分に波及していないのではないかという問題意識が、JICA においても指摘されている。また、地理空間情報分野の技プロが実施済み（あるいは実施中）であるにもかかわらず、同じ国内で行われる他の技プロとの間での情報共有や連携がうまく取れず、他の技プロで必要な地形図を入手できないのではないかという懸念も JICA から示されている（図 6（左）参照）。

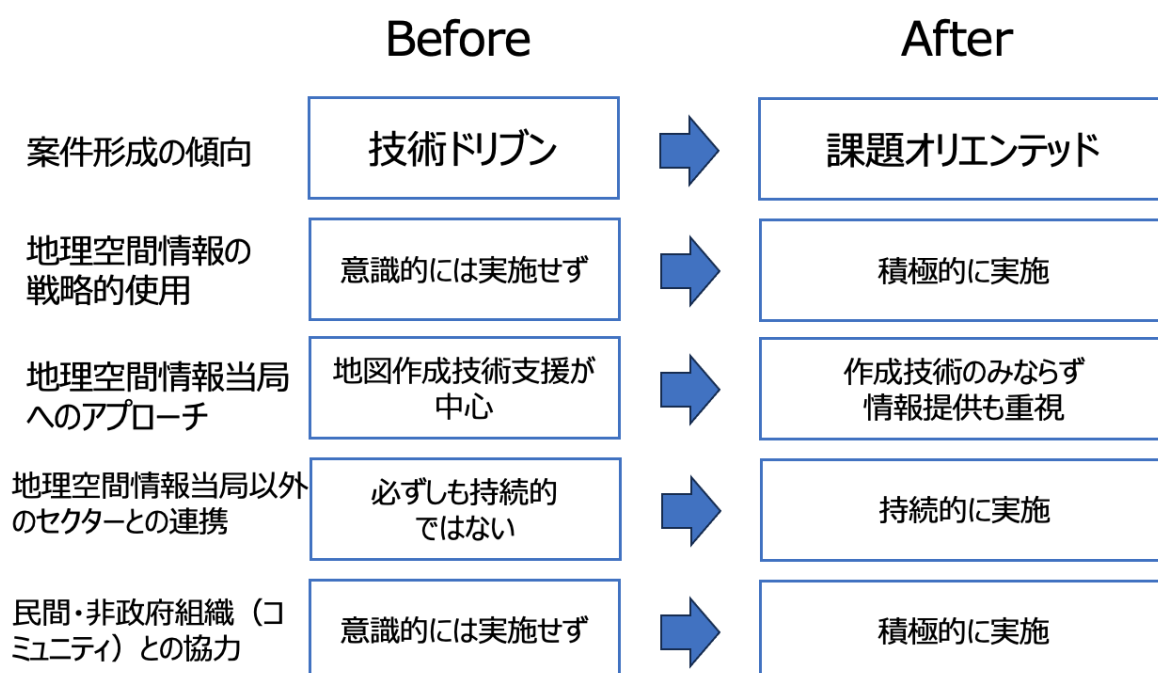


図 6 地理空間情報の戦略的使用の強化による Before/After の概念

これに対し、「地理空間情報の戦略的使用」は一つの解決策を与える可能性がある。したがって地理空間情報の戦略的使用が実現すれば、現地社会で適切な解決を求められているさまざまな課題に対し、それぞれの技プロがスムーズに連動する、いわば「課題オリエンテッド」の動きに貢献できることになる（図 6（右）参照）。

○近年の開発協力プロジェクトに見る戦略的使用の実施可能性

本研究にあたり、地理空間情報の戦略的使用の実現可能性を吟味する目的で、近年実際に開発協力プロジェクト（JICA の技プロのほか、世界銀行や外国政府からの発注案件も含み、また原則として地理空間情報を主体としたものを除く。）に関与した本邦企業（当 JV 構成員ほか計 5 社）を対象として、当該プロジェクトにおいて地理空間情報がどのような場面で必要とされ、どのようにしてそれを調達・入手したかという点について、アンケート調査を実施した。その結果、14 事例が収集され、「都市」、「資源・エネルギー」、「防災・環境」、「農林漁業」、「ICT」といった多様なセクターで行われているプロジェクトで地理空間情報が必要な場面が見られ、地理空間情報はさまざまなセクターを横断する基盤的な情報として、既に利用され、必要とされていることを確認した。このうち 3 件のプロジェクトでは、プロジェクトの実施に必要な地理空間情報が新規に調達されている。仮に、これらプロジェクトが実施されていた時点で、地理空間情報の戦略的使用が普及していたのであれば、その活用が行われていたものと推定できる。また、別の 3 件では、地理空間情報当局が作成した入手可能な地理空間情報を活用したり、オープンストリートマップ（OSM）のデータを用いたり、すでに戦略的使用の実践の萌芽も認められた。（詳細は本文 6.2 節を参照。）

○本研究での実践作業を通じた戦略的使用の実施可能性

また、前節で述べたとおり、CN 技術の活用やオープンデータを利用した SDG11 関連の地図作成については、プラットフォームの使いやすさや実装時の仕様の具体化といった留意事項は認められつつも、大きな問題はなく実施可能と判断された。さらにこれらの技術や成果品を東ティモール及びタイの関係機関に示して意見交換を行った結果、いずれもポジティブな反応が得られたことから、地理空間情報の戦略的使用の考え方は開発協力の現場においても十分受け入れられると判断された。

以上のことから、地理空間情報の戦略的使用の素地は、技術的な面でも実践面でも、また対象国での受入可能性の観点でも、今日すでに整っているとと言える。地理空間情報は社会基盤（インフラ）案件をはじめ、資源・エネルギー、防災・環境、農林漁業、教育、保健・医療など極めて多くのセクター（分野）で活用される可能性がある。これまで「測量局の成果は古く、デジタルで公開されていない」といった声もあったように聞くが、戦略的使用の推進によって使用可能な地理空間情報の幅は確実に広がる。

各セクターにおいて地理空間情報の戦略的使用を進める一案としては、例えば社会基盤構築に関する技プロ（地理空間情報当局を主たる対象としたものではない）の中で、意識的に地理空間情報の活用を行うテーマをパイロット的にプロジェクト目標に組み込むことなどが考えられる。その際には、戦略的使用の考え方に基づいてクラウド上のプラットフォームやオープンデータを積極的に使用し、具体的な課題等を把握しては改善するような試行的・反復的なプロセスを繰り返すことも有効である。

ここでの主たる対象は、地理空間情報（特に地図作成）の作成・更新手法の技術移転を主体とする技プロではなく、各セクター（社会基盤整備を対象とするものとは限らない。）で担当する技プロ全般を想定する。また、戦略的使用の対象から当該国における測量局のデータを除外することを意味しない。個別の案件ごとに、課題に応じた最適な地理空間情報が利用されているかどうか重要である。

第 7 章 電子基準点（CORS）に関するより適正な協力方法と上位目標の整理

これまで JICA は、東南アジア等の開発途上国（ミャンマー、バングラデシュ、タイ、カンボジア、セネガル）の地理空間情報当局等に対し、CORS に関する技術協力を実施してきた。しかし、CORS や高精度リアルタイム測位サービスの運用・維持には、その規模に応じた経費や人的資源が継続的に必要となるため、プロジェクト終了後の持続可能性への懸念が生じている。

本研究では、これまでの CORS に関する協力内容、衛星測位分野における国連や国際学会の活動、最新の技術・サービス動向を調査の上、国内外の GNSS 専門家（国土地理院、宇宙航空研究開発機構（JAXA）、本邦企業 5 社、海外企業 1 社、チュラロンコン大学（タイ））にヒアリングを行い、高精度衛星測位に関するより適正な協力手法及び上位目標を整理した。

○衛星測位協力の必要性

都市・地域開発（まちづくり）に関連する社会課題は多岐にわたるが、そのうち土地の測量や管理、インフラの整備や維持管理、防災など、財産や安全にかかわる課題の効果的かつ効率的な解決には、正確な地理空間情報や、それらに整合した人や車などの高精度な位置情報が不可欠となることが多い。

現在高精度な位置情報を得る手段としては、GPS や「みちびき」などの衛星測位システムと地上の電子基準点（CORS）を組み合わせた高精度衛星測位が最も一般的である。この際、さまざまな主体が共通の座標系に基づいて活動できるようにするための基盤づくりも欠かせない。

進化を続ける高精度衛星測位は、国土の測量や防災等にとどまらず、人や物の動的な位置を正確に把握し、それらの制御や連携を可能にする技術であり、地理空間情報と組み合わせることで、社会の

デジタルトランスフォーメーション（DX）を推進するツールとなるため、今後も JICA の協力において重要な役割を果たしうる。

○より適正な協力手法と上位目標

① 技術ドリブンから課題オリエンテッドへ

- ・ 上位目標は、高精度衛星測位と地理空間情報を戦略的に使用して、相手国の国土・都市・地域に関する社会課題の解決、民間のビジネス振興に寄与することにおく。
- ・ 上位目標の実現性を担保するため、社会課題を所掌する当局をプロジェクトの主たる実施機関とする。

② 相手国の課題や状況に応じた持続可能で適正規模の技術の導入

- ・ 大規模な CORS 網の整備を一律に目指すのではなく、相手国の社会課題の解決に必要な高精度衛星測位が持続的に利用可能となるよう、準天頂衛星システムによる精密単独測位（MADOCA-PPP）等の代替技術の活用も含めた適正規模の技術を導入する。
- ・ 新たなプロバイダーとも連携し、リーズナブルな技術・サービスを適切に活用する。

③ 衛星測位のエコシステム（経済圏）の共創

- ・ プロジェクトの出口戦略として、高精度衛星測位が持続的に利用できるよう、相手国の関係者（地理空間情報当局、機器メーカー代理店、企業、利用者）や他ドナー等と連携し、相手国に衛星測位のエコシステム（経済圏）を共創する。
- ・ 地理空間情報当局は相手国の位置の基準（国家座標）の設定をはじめとする国家の測位基盤を担い、衛星測位のエコシステムの発展に影響力を持つため、原則としてプロジェクトの共同実施機関とし、官民連携による測地基準座標系の統一、高精度測位サービスの維持管理及び利活用普及等に取り組む。

相手国の状況によって適切な上位目標、協力手法は異なり、衛星測位の進展も目覚ましいため、案件形成段階から専門家による衛星測位のエコシステムの現状把握が重要となる。

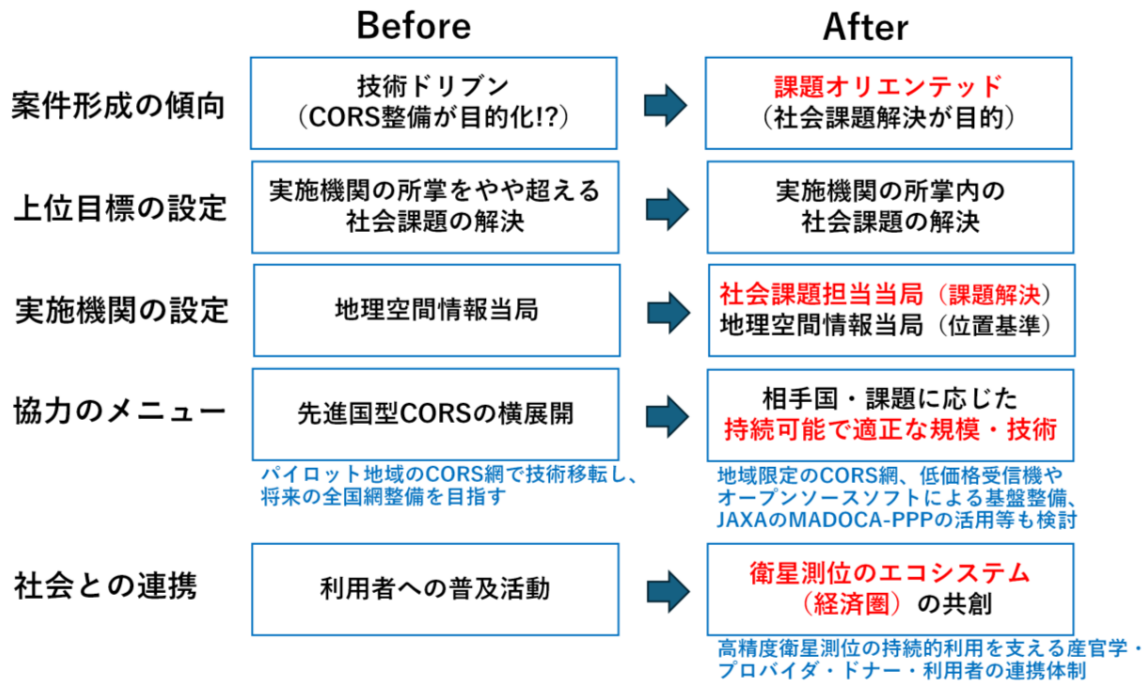


図 7 高精度衛星測位の技術協力 何が変わるのか

第 8 章 本研究からの提言 —課題オリエンテッドな協力における地理空間情報の戦略的使用— ○まとめ

地理空間情報の戦略的使用の強化の方策を実務的に実施するには、各国・地域の開発課題や技術協力要請を的確に収集・把握する必要があるが、課題オリエンテッドで構成される開発課題や技術協力要請の把握は、地理空間情報を含む各セクターの専門家やコンサルタントにとって容易なことではない。

この困難を乗り越えるためには、地理空間情報の専門家と開発コンサルタントがそれぞれの専門領域に閉じるのではなく、両者が協働して新たな技術的アプローチや業務プロセスを共創していくことが不可欠である。地理空間情報の専門家はデータの有効性・精度・利活用可能性に関する深い知見を持ち、開発コンサルタントは開発課題の構造や制度運用、予算・組織・政策の現実解を把握している。これらが交わることで、セクター横断で見落とされがちな潜在ニーズを可視化し、既存データの組み合わせや最適なデータ取得手法の選択、さらには異分野連携による業務効率化や投資最適化といったイノベーションが生じ得る。言い換えれば、地理空間情報の技術的可能性と、開発課題の文脈・制度・現場理解の「橋渡し」を行う協働こそが、課題オリエンテッドな協力において新しい解決策を生む土壌となる。

また、異なるセクター・分野を横断的に見ることができる仲介者（メディエーター）の存在も重要であろう。仲介者は特定の資格や属性（所属）に限定されたものではなく、異なるセクター間のニーズとシーズの橋渡し（マッチング）ができることが求められる。つまり、在外大使館や JICA 現地事務所の職員であっても、現地に派遣中の技術専門家であっても、実施中の技プロに従事するコンサルタントの職員であっても、仲介者となれる可能性がある。そのような各国・地域の課題やニーズに接する立場の機関や職員等であれば、地理空間情報の戦略的使用の強化の方策として、具体的にどのようなケースが該当するか、あるいは検討に値するかという観点での考え方が重要である。

一つのシナリオの例として、防災を所掌する相手国の政府機関や開発援助機関の職員が、洪水ハザードマップ整備の技術協力の要請について検討している状況を想定する。ハザードマップ整備を進めるための基礎データとしては、プロジェクトエリアの精密な地形データが必要である。そのため、新規に航空レーザ測量の実施を検討する一方で、使用可能な既存のデータの有無を確認するため、異なるセクターである測量を所掌する省庁（地理空間情報当局）に対し、保有する精密な地形データの有無のほか、データ取得にかかる現状や課題をヒアリングすることも視野に入れるだろう。また、戦略的使用の考え方に沿って、ウェブ上でオープンデータとなっている衛星画像や既存の地形データの有無、データが存在する場合には当該目的での使用適否等の技術的検討をすることもあろう。さらにこれらの地形データが得られれば、第3のセクターとして、例えば上・下水道の担当部署が業務上活用したいというニーズがあるかもしれない。このように一つのプロジェクトにとどまらず、セクターをまたがった地理空間情報の活用の可能性が広がることは好ましい方向であり、これをプロジェクト担当者一人に任せるのではなく、異なるセクターの状況をともし知る仲介者に間を取り持ってもらえれば効果的である。なお、仲介者は一人とは限らず、異なるセクター間でそれぞれ別に存在するケースもありうる。

○地理空間情報の戦略的使用の提言【ウェブ地図の活用】

本研究での検討によって、課題オリエンテッドの立場から可能性を追求した地理空間情報の戦略的使用の素地は、今日すでに整っていると考えられる。地理空間情報は社会基盤（インフラ）プロジェクトをはじめ、資源・エネルギー、防災・環境、農林漁業、教育、保健・医療など極めて多くのセクター（分野）で活用される可能性がある。

- 1) 課題オリエンテッドによる案件実施の成功の鍵は「連携」、すなわち異分野との交流を厭わないことである。専門家やコンサルタントは、その知識や技術の専門性のアピールが肝要であるが、それは蝸壺に入ることを奨励しているわけではない。一方で、相手国で技術協力というスキームを所掌する省庁の担当者は、必ずしも地理空間情報に関連する技術に通じているとは限らないので、地理空間情報の専門家やコンサルタントは丁寧な説明を行って、連携を深める努力が欠かせない。具体的には、本研究で検証を行った CN 技術や第三者運用のプラットフォームの活用により地理空間情報の可用性を高め、必要な時にストレスなくデータを入手できるような戦略的使用の実現環境を整えることはその一助となる。
- 2) 課題オリエンテッドによる案件実施の想定シナリオの一例として、「都市課題に関する合意形成」をテーマに取り上げる。都市計画・まちづくり・開発許可の分野（その他エリアマネジメントや景観まちづくりといった内容も含む。）では、国土交通省が主導する Project PLATEAU（プロジェクト・プラトー）において、日本国内が対象ではあるものの、技術上・ニーズ上の実証実験がさまざまな都市エリアで行われ、結果が公開されていることから、その実行可能性（フィージビリティ）は確認されている。これを敷衍して開発協力における地理空間情報の戦略的使用も、状況の可視化を促し、異なる開発セクターを横断する横串として機能できると考えられる。
- 3) 課題オリエンテッドによる案件実施は、複数のステークホルダーの調整を伴い、少なくとも導入当初は案件形成の難度は高まる方向に作用すると考えられる。そのため、案件形成に当たっては、連携する各機関との間で事前の綿密な調整が求められる。また、地理空間情報分野では、日本国内はもとより、途上国も含め多くの国でこれらの知識や技術に優れたオープンな実践のコミュニティや関連ビジネスが存在する。地理空間情報は他のセクターの専門家にとってはあまり馴染み

がない分野である場合も多いことから、このようなコミュニティで活躍する地理空間情報に関する知識や技術に優れた者から得られるアドバイスは有効である。地理空間情報分野と ICT 分野との親和性は高く、その両分野に通じた者もまれではない。いずれの開発セクターにおいても ICT の活用が少なからず必要とされる現代において、ICT 分野に通じた者にセクターを超えた情報が集積される傾向がある。そのため、情報のハブとしての機能が一定程度期待できる彼らの力も現地再委託等を通じて借りつつ、解決が必要とされる課題設定や既存の ODA の枠組み・制度への組み込み方を考えることも一案である。

○地理空間情報の戦略的使用の提言【衛星測位の活用】

- 1) 各セクターの社会課題を解決するために地理空間情報を戦略的に使用するには、様々な地理空間情報が相互に利用可能であることが不可欠であり、その前提として共通の座標系で表現されている必要がある。衛星測位が広く普及した現在、国際標準である地球規模の測地基準座標系に基づき、国家が正確さを保証する高精度衛星測位サービスを利用することが、最も効率的かつ持続可能な方法である。この高精度衛星測位を、社会課題の解決そのものや、そのために必要な地理空間情報の整備に活用することは、地理空間情報の戦略的使用を具体化するプロジェクトとなりうる。その素案については本文 7.5 節に記載した。
- 2) 社会課題の解決や効果の普及には時間がかかるため、プロジェクト期間中に得られた高精度測位サービスが、プロジェクト終了後も持続することが重要である。持続性の確保にあたっては、これまでの CORS の技術協力のように政府のみの予算・人員確保の努力に頼るのではなく、民間ビジネスも組み込んだ衛星測位のエコシステム（経済圏）を相手国に形成して政府側の負担を下げ、民間側も高精度測位サービスの運用や利用によって利益を上げることでエコシステムを持続的に機能させることが必要である。日本では、当初政府が測量・防災のために設置した CORS が 10 年後には民間活力によって高精度リアルタイム測位サービスに利用され、測量のみならず建設や農業などの産業活動に広く活用されて経済効果を上げた事例や、政府の準天頂衛星システムの利活用促進策に民間企業が相乗りして新たな受信機やサービスの提供が行われている事例もあり、相手国のエコシステム形成にこうした官民の役割分担は参考となる。併せて、日本の制度的背景として、国土院は地殻変動監視の必要性を根拠に政府予算で電子基準点を整備しており、国土交通省は i-Construction を建設 DX 等の推進の観点からの投資と見なしている。しかし、このような状況が開発途上国にも必ずしも存在するとは限らない。したがって、相手国の制度・財政・人材・市場の状況と技術潮流を見極めたうえで、必要性の確認と持続性確保の方策を個別に吟味する必要がある。また世界銀行等の他ドナーでは地籍測量分野で CORS の支援を行う事例があり、持続性向上・エコシステム形成に向けて他ドナーの事業の教訓を生かすとともに、他ドナーとの連携も模索すべきである。
- 3) この際、高精度衛星測位の活用を後押しするための国の政策も、衛星測位のエコシステムの拡充に欠かせない。例えば、公的な測量マニュアルへの CORS 等の衛星測位技術の組み込み、スマート農業や ICT 施工を促進する法令の制定などが考えられる。日本では、地理空間情報活用推進基本法やスマート農業技術活用促進法により測量や農業分野での衛星測位の活用が推進され労働力不足等の社会課題の解決に寄与している。これらの推進には、課題当局と地理空間情報当局の密接な協力が必要である。課題当局の代表として地籍局があり、JICA プロジェクトを契機に両機関のさらなる連携を促すことはエコシステムの拡充に効果的である。

- 4) 今後、課題オリエンテッドの考えに立ち返り、地理空間情報分野では相手国の課題や状況に応じた持続可能で適正規模の技術を用いて、衛星測位のエコシステムの共創を目指すことになる。複数のステークホルダーの調整を伴うことになるため、従来に比べてプロジェクト形成の難易度は高くなる。また、進化を続ける衛星測位技術の中から相手国にとって最適なものを選定するには、高い専門知識と技術動向に関する広い見識が必要である。これらのことから、衛星測位に関する豊富な知見と技術を有し国際的な取組に日本の代表として参画している国土地理院、衛星測位技術の研究開発を推進している JAXA、衛星測位や ICT に精通し技術協力で理解のある民間企業、そして相手国の事情に詳しい現地企業の関与は一層重要となる。
- 5) 衛星測位を含む地理空間情報分野には、いくつかの重要な国際的な標準化の取組や枠組みが存在する。代表例は、国際 GNSS 事業 (IGS) である。IGS は、科学と社会に利益をもたらす GNSS データやプロダクトを提供するために設立された国際協働事業であり、参加機関の自発的な協力に基づいて運営されている。具体的には、グローバルな GNSS 観測網のデータ流通や解析を行い、正確な位置測定に不可欠な国際地球基準座標系に基づく CORS の座標や GNSS の精密軌道情報を提供している。ヨルダンで実施される技術協力「適切な土地管理のための統一国家地理座標システム実現に関する能力強化プロジェクト」ではプロジェクトにおいて IGS の国際基準を導入するが、このような国際協働事業への参加 (例: GNSS データの提供) は、国際標準との整合を通じて地理空間情報を活用したプロジェクト目標の達成に寄与し、実施機関の他事業への裨益や技術力の向上、衛星測位産業の振興に資するだけでなく、国際的な信頼を高める効果があると考えられる。

したがって、相手国の社会課題の解決に関連する国際協働事業や国際協力コミュニティが存在する場合には、実施機関がその重要性を理解し、主体的かつ自発的に参加できる持続可能な仕組みを設計することを基本方針とし、技プロの TOR (コンサルタントへの特記仕様書) に次の項目を記載する規定を設けることを提案する。

(規定案)

- ・ 国際協働の重要性と背景
- ・ 実施機関の国際協働への自発的参加を促進するための留意点
- ・ 参加の持続性を確保するための仕組み

報告書 本文

1. はじめに

1.1. 本研究の背景

1.1.1. 地理空間情報分野の協力に関する現状認識

国際協力機構（以下「JICA」という。）は、技術協力プロジェクト（技プロ）や個別専門家、開発計画調査により、開発途上国の基準点や地形図に関する協力を長年にわたり進めてきた。特に近年においては、デジタル形式の地理空間情報の整備を支援し、当該情報の利活用を支援するための標準化能力の構築、国家空間データ基盤（NSDI）プラットフォームの構築等を支援してきた。これらの協力が採ってきたモデルは、実施機関が自己資源を用いて地理空間情報の整備とサービスをいわば中央集権的に担うという、20世紀終盤から2000年代にかけて一般的だったものである。

地理空間情報とその価値を発現するために重要な点は、**地理空間情報がタイムリーに業務／分析／意思決定等に使用されること**（以下「**地理空間情報の戦略的使用**」という。）である。しかし、地図及び電子基準点（CORS）を対象とする技術協力プロジェクト（技プロ）では、援助側・被援助側ともに技術移転には熱心であるものの、プロジェクト完了後の戦略的使用の面では、サービスの可用性（継続稼働）、共通ゴールの定義、移転技術の定着、財務当局による運用・維持予算の確保に課題が生じている。

1.1.2. 技術的な状況に関する現状認識

サービスの可用性の十分な確保に関しては、現代ではウェブ及びモバイルデバイスによる地理空間情報の活用が主流化し、①活用形態の多様化、②サービスへのアクセス量の増大といった様相が現れてきている。日本においては2015年頃には中央集権モデルの限界を迎え、クラウド技術とオープンソースソフトウェアの導入により分散モデルを導入、プラットフォームの運用コストの大幅な圧縮、活用の自由度の増大と、サービスの分散・前進の余地を得るに至った。その成果は国連ベクトルタイルツールキットとして国連オープンGISイニシアティブを通じて国連事務局にも導入され、「ウェブ地図を開かれたものに保つ」ことをビジョンとし、「未来の地理空間運用のために新技術を試す」ことをミッションとするオープンな実践のコミュニティである国連スマート地図グループの結成に結びついている。

既往の技プロでは、実施機関の庁舎内にサーバーラックを導入し、他国製のプロプライエタリソフトウェア（仕様や規格に関する情報を特定者のみが保有するソフトウェア）を導入してNSDIプラットフォームを構築するという手法がとられているところであるが、この手法を用いた場合、①プロプライエタリソフトウェアのライセンス更新または物理的サーバーの更新の時期に大規模かつ一時的な予算獲得の課題に直面し、サービス継続の危機に直面することになる、②当該プロプライエタリソフトウェアの性能不足により、ユーザが増えるほどユーザ体験（UX）が低下する、といった問題に悩まされることになる。サービスモデルを中央集権型から分散型に移行していくことは、ユーザ体験の向上のみならず、サイバーセキュリティの確保の観点からも急務となりつつある。オンライン地理空間情報を情報通信領域の社会基盤と捉えず、認知領域における社会基盤と捉え、それがホストされるサーバーのオーナーシップに拘泥することなく、実質的に地理的認識のオーソリティとなることが地理空間情報当局には求められている。

1.1.3. 対応の方向性

現在はウェブ及びモバイルデバイスによる地理空間情報の活用が主流化し、①活用形態の多様化、②サービスへのアクセス量の増大といった様相が現れていることから、サービスの可用性の十分な確保が行える可能性が高まっている。このような現状に対応し、地理空間情報の提供を実施機関でも JICA でもない第三者の複数のプラットフォームに委ねる途を開拓し、併せてその途を実現するための方法に関し、可能な限りオープンソースソフトウェアとして実装することが一つの解決策となる。実際、我が国の国土院のウェブ地図（地理院地図）の運用も、ICT 環境の進化とともにオンプレミス（自前）から外部化の方向に進んできた¹。このようにプラットフォームやソフトウェアを自前で所持せず、クラウド技術を通じて分散型に移行することは、一般に透明性・信頼性・安全性が高く、柔軟にカスタマイズできることから、運用コストの低減につながると見込まれている。これにより、将来の技プロの協力内容が今日の技術環境にふさわしいものとなり、結果として効率化（運用コストの低減に加え、サービス提供の迅速化、開発・カスタマイズの容易化、そして地理空間情報の戦略的使用による意思決定の合理化を含む。）につながるようになる。また、既存の地理空間情報を用いて具体個別に戦略的使用の事例を確立することも課題への解答となる。

CORS の持続性の課題に関しては、実施機関や現地社会の受入能力に対してより適正な協力を実施することができれば、先方財務当局において確保が必要な運用／維持予算の規模を、より適正にすることが可能となる。既往の協力から得られた教訓も踏まえつつ、実施機関や現地社会の受入能力に対して、適正な協力手法と上位目標を改めて整理することが課題への解答となる。

1.2. 本研究の目的

本研究の目的は、日本の開発途上国支援の現場において、「地理空間情報の戦略的使用」が今後ますます重要性を増すとの認識に立ち、いかなる方策で途上国における開発のインパクトを高め、途上国との協力関係における持続性を確保するかという課題に対する新たな提案を試みることにある。なお、本研究では、主にデジタル地形図作成と衛星測位（CORS 整備）の2つの視点で検討を進める。

1.1 で示したように、これまでの地理空間情報分野の途上国支援の方策は、数年の期間を設定した技プロの実施により、途上国の地理空間情報当局に対して技術移転を行うことが中心であった。これは、当該国におけるその後の地理空間情報当局による自立的な地理空間情報の提供を通じて、社会基盤整備のみならず、農業、保健医療、教育等の多様な分野で地理空間情報の活用が進む効果を期待したものであった。しかし、このようないわゆる「技術ドリブン」と形容される技術移転中心の援助方策の効果がなかなか発現しないのではないかとこの疑問に対し、新たにこれに代わり、現地で必要とされる案件（イシュー）を支えるための地理空間情報、すなわち地理空間情報の戦略的使用が重視されるようになってきた。今日では情報通信技術（ICT）分野の進展が劇的に進み、クラウド技術やオープンソースソフトウェアの活用、データのオープン化等によって、途上国の各種活動分野で、これまで以上に地理空間情報の戦略的使用が進む環境が整ってきたと考えられる。このため、本研究において、上記の目的を意識したシナリオの実現を検証する。

1 例えば、北村京子ほか（2014）地理院地図の公開（国土院時報 125, 53-57.）など参照。

1.3. 設定課題

本研究では、途上国の社会基盤整備に資する各種プロジェクトに対し、地理空間情報の分野からこれをスムーズに進める新たな寄与方策への可能性について検討する。これが実現すれば、地理空間情報分野における協力の方向性が、これまでの「技術ドリブン」の方策から、「課題オリエンテッド」とも称されるような、地理空間情報を戦略的に利用することにより社会基盤整備に資する各種プロジェクトを効果的に支える新たな方策のオプションとなる。その際、「課題オリエンテッド」である協力の具体像や、仮にこの方向で進める場合の地理空間情報分野の具体的な寄与について、何がどう変わることがわかるような例示を行いながら、検討を進める。具体的には以下の2つの課題を設定し、それぞれについて実証的な確認作業を行うことで、一定の結論を求める。なお、「実証的な確認作業」とは、具体的なテーマを表現したウェブ地図を作成し、現地調査の場も活用しつつ、その運用方法、使用感（使いやすさ）、持続可能性等を含めた評価を行ったり、衛星測位の専門家へのインタビューを行ったりすることを想定する。（詳細は次章以降を参照。）

2つの課題の設定理由としては、以下の点が挙げられる。①地理空間情報分野での技術協力では、伝統的に地形図作成・更新に係るプロジェクトが主たる対象となっていたこと、②地理空間情報分野でのデジタル化の進展につれてGISでの利用を意識したプロジェクトも実施されていたこと、③今日cm（センチメートル）級の位置精度を得る手段として、CORSをインフラとして用いる高精度GNSS測位が世界で最も普及していること、④衛星測位（CORS整備）については、ここ10年ほどでミャンマー、バングラデシュ、タイ、カンボジア、セネガルと相次いで関連プロジェクトがスタートしていること、⑤従来、両分野とも途上国からの要請が大きいこと。

【課題1】 デジタル地形図の今後の技術協力の在り方について

- (1) ICT環境整備の進展により、必ずしも十分とは言えないまでも、途上国においてもデジタル化された地理空間情報が提供され、それが一般に利用される状況が実現している。このような状況を踏まえ、とりわけデジタル地形図に関する戦略的使用についての実現方策を検討する必要がある。なお、いくつかの想定しうる道筋がある場合、まず最も実現可能性が高いシナリオで検討する。
- (2) 地図の主題としてSDG11（住み続けられるまちづくりを）を取り上げ、このテーマに関心のある機関に対して、地理空間情報の戦略的使用の観点から関与する方法を検討する。SDG11のターゲット指標は、2023年時点の国連自身の達成度評価で最もモニタリングが行えていないゴール²であり、地理空間情報の技術が土地利用や交通等のテーマの可視化、各ターゲットの進捗にかかるモニタリング手法の構築に貢献しうることを証明し、同市場にかかる地理空間情報関係者の認知度向上を図り、地理空間情報技術の価値を高める革新につながる可能性があるからである。
- (3) 地理空間情報の活用に関心があり、かつ「オープンな実践のコミュニティ」（ICTに通じ、自らのアイデアをウェブ上で（あるいはリアルな場でも）議論し、実際にプログラム開発も行う活動的なメンバーの集まり）で活動している者との連携を積極的に検討する。彼らはこれまで必ずしも途上国支援のプレイヤーとは目されてこなかったが、途上国においてもこのようなコミュニティが今日存在していることから、自らのスキルを実践の場で適用したいという意向があれば、地理空間情報の戦略的使用に大きな弾みとなる。

² <https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/progress-chart/Progress-Chart-2023.pdf>

【課題2】 衛星測位に対する今後の技術協力の在り方について

- (1) 衛星測位に関する戦略的使用を実現するために、CORSの技術移転が必要な理由を改めて検討する。これはすなわち、戦略的な上位目標の設定の検討の必要性を再確認することである。
- (2) 途上国の衛星測位技術に関する支援を行う場合は、技術支援先の持続可能性の観点から、財務負担能力を含む実施体制の能力、解決すべき課題の市場性、利活用にかかる関係者との調整能力等、について、実績等を踏まえて慎重に評価し、その結果を踏まえて適切な技術の検討を行い、持続な維持管理に関する適切な手法を検討する。

1.4. 研究項目

本研究では、表 1.1 に示す 3 つの大項目とそれぞれの大項目を細分した小項目から成る研究項目を設定した。また、これらの研究項目は、図 1.1 に示すフローに沿って実施した。

表 1.1 研究項目

| 大項目 | 小項目 | 本報告書で対応する章 |
|--------------------------------|--|-------------|
| (1) クラウドネイティブ技術の導入による可用性の強化 | 活動 1—1) 既存データをクラウドネイティブ化する | 第 2 章 |
| | 活動 1—2) クラウドネイティブ化データを提供実験する | 第 2 章・第 4 章 |
| | 活動 1—3) オープンな実践のコミュニティを巻き込む | 第 5 章 |
| (2) SDG11 に関する地理空間情報の戦略的使用の強化 | 活動 2—1) SDG11 に沿って提示できる地理空間情報を検討する | 第 3 章 |
| | 活動 2—2) 活用可能なオープンデータを入手・加工・運用する | 第 3 章・第 4 章 |
| | 活動 2—3) 産学官民が参加しうる仕組みをプロトタイプする | 第 5 章 |
| (3) 電子基準点に関するより適正な協力方法と上位目標の整理 | 活動 3—1) 専門家へのヒアリングにより、衛星測位のより適正な協力手法と上位目標を整理する | 第 7 章 |

業務実施フローチャート

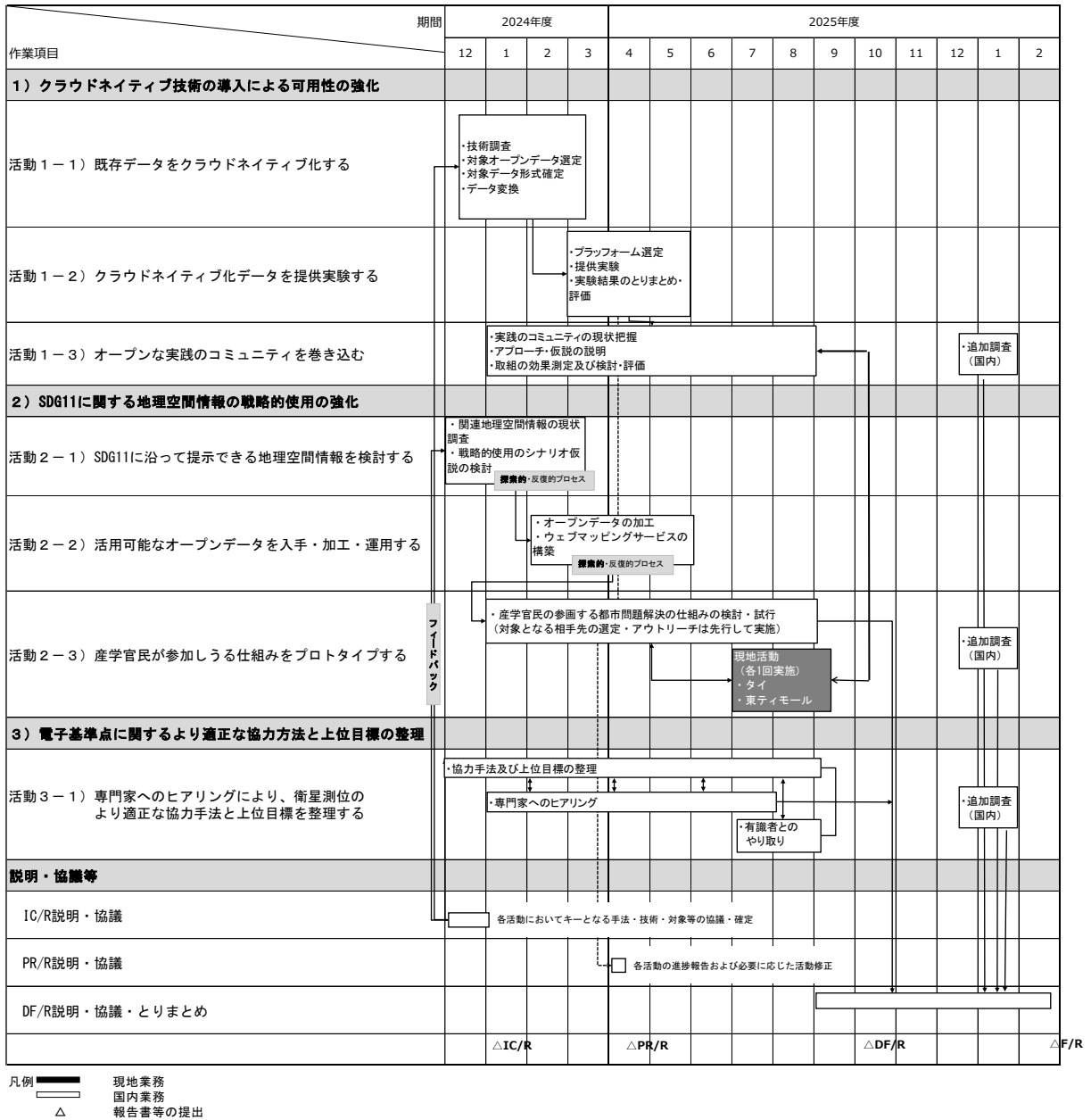


図 1.1 業務実施フロー

1.5. 研究従事者

本研究は、「全世界（広域）地理空間情報の戦略的使用の強化に関するプロジェクト研究（プロジェクト研究）共同企業体」が受託し、表 1.2 に示すスタッフが担当した。また、研究項目ごとの分担を図 1.2 に示す。

表 1.2 研究担当スタッフ（五十音順）

| 氏名 | 所属 | 主担当 (番号は表 1.1 に対応) |
|-------------------|---------------------|-----------------------|
| 磯部 浩平 | パスコ | (3) 活動 3—1) |
| 浦部 ぼくろう | 国際航業（アジア航測から補強） | (2) 活動 2—3) |
| 佐藤 潤 | 国際建設技術協会 | (2) 活動 2—1)、業務主任 |
| 清宮 奈美 | パスコ | (3) 活動 3—1) |
| 辻 宏道 | パスコ | (3) 活動 3—1) |
| 富澤 慎二郎 | エアロトヨタ* | (2) 活動 2—2) |
| 配島 秀行 | エアロトヨタ* (中日本航空から補強) | (2) 活動 2—2) |
| ハジ・ミルザ・アガシィ・ニルファル | 国際航業 | (1) 活動 1—2) |
| 藤田 裕人 | 国際航業（アジア航測から補強） | (1) 活動 1—3) |
| 山田 啓二 | 国際航業 | (1) 活動 1—1)、副業務主任 |
| ラムサール・ダモダール | 国際航業（アジア航測から補強） | (1) 活動 1—3) |

*2025年7月1日に朝日航洋より社名変更

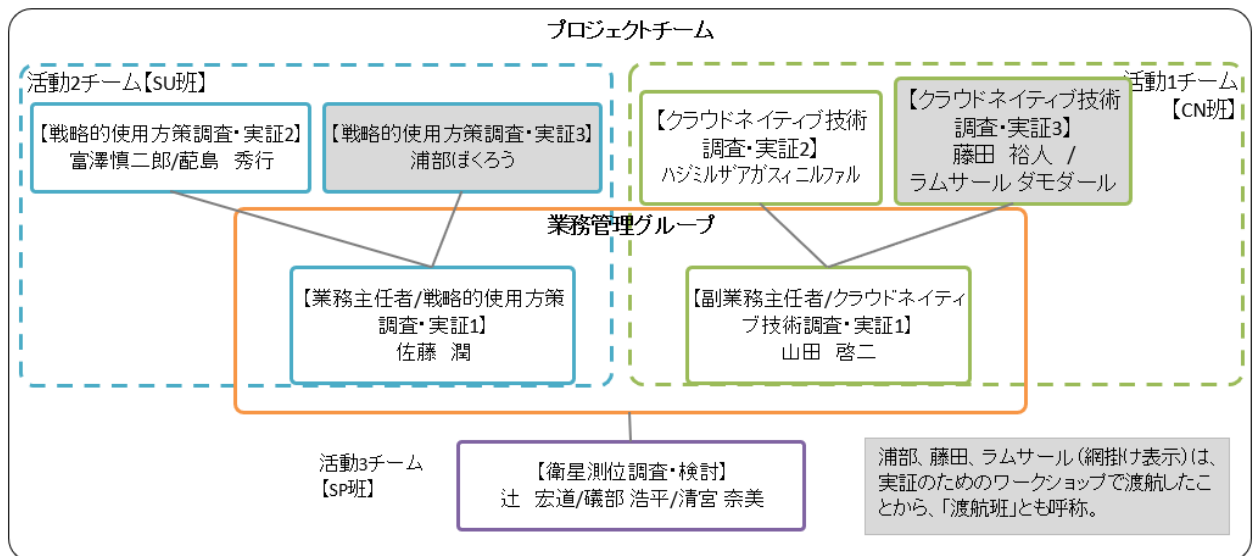


図 1.2 業務実施体制

1.6. スケジュール

本研究では、図 1.3 に示すタイムラインに従って、全体及び各研究項目の進捗を図った。
 なお、本稿は 2026 年 1 月 30 日時点での進捗状況を基に記載したものである。

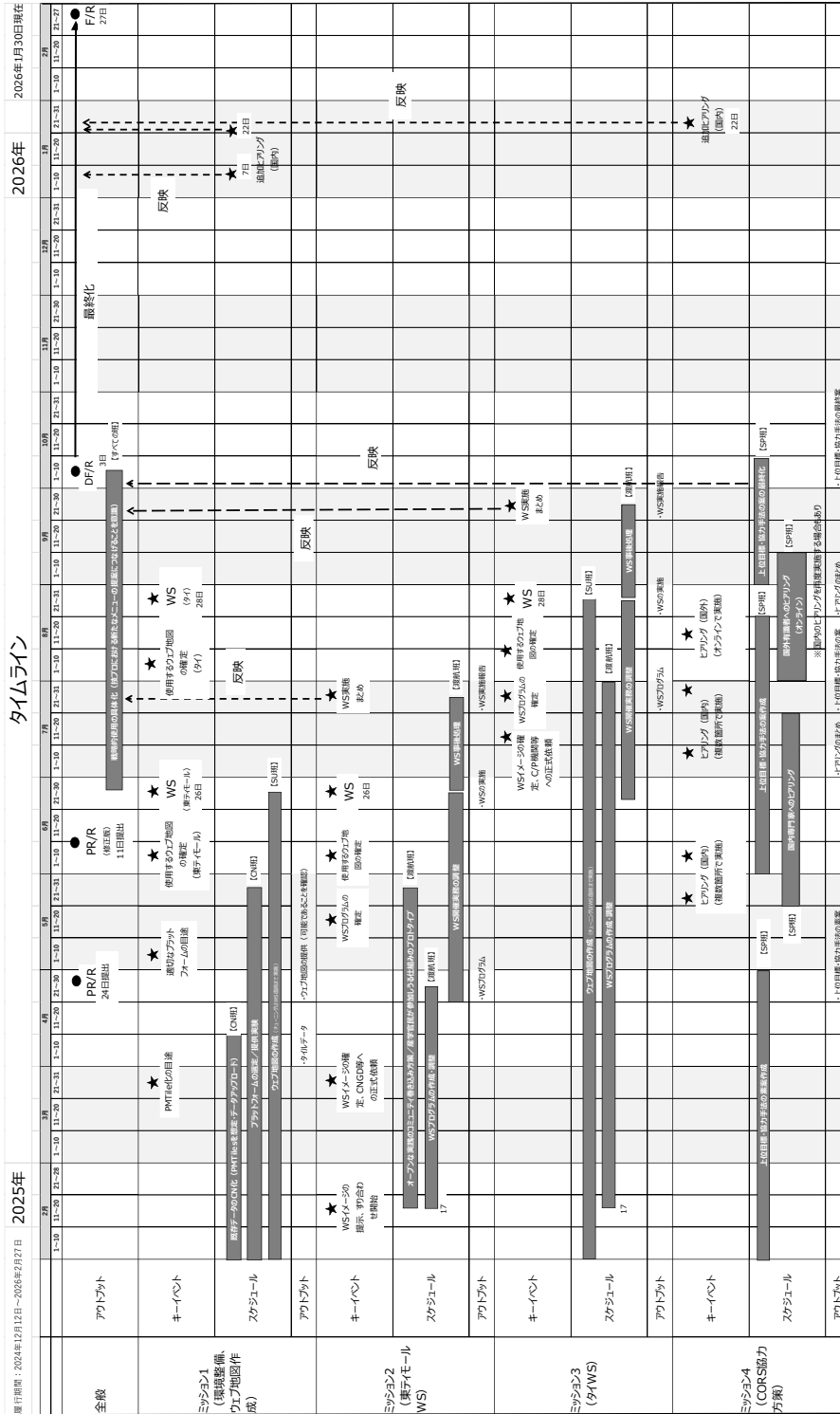


図 1.3 タイムライン

1.7 本研究の構成

本研究の構成は図 1.4 のとおりである。

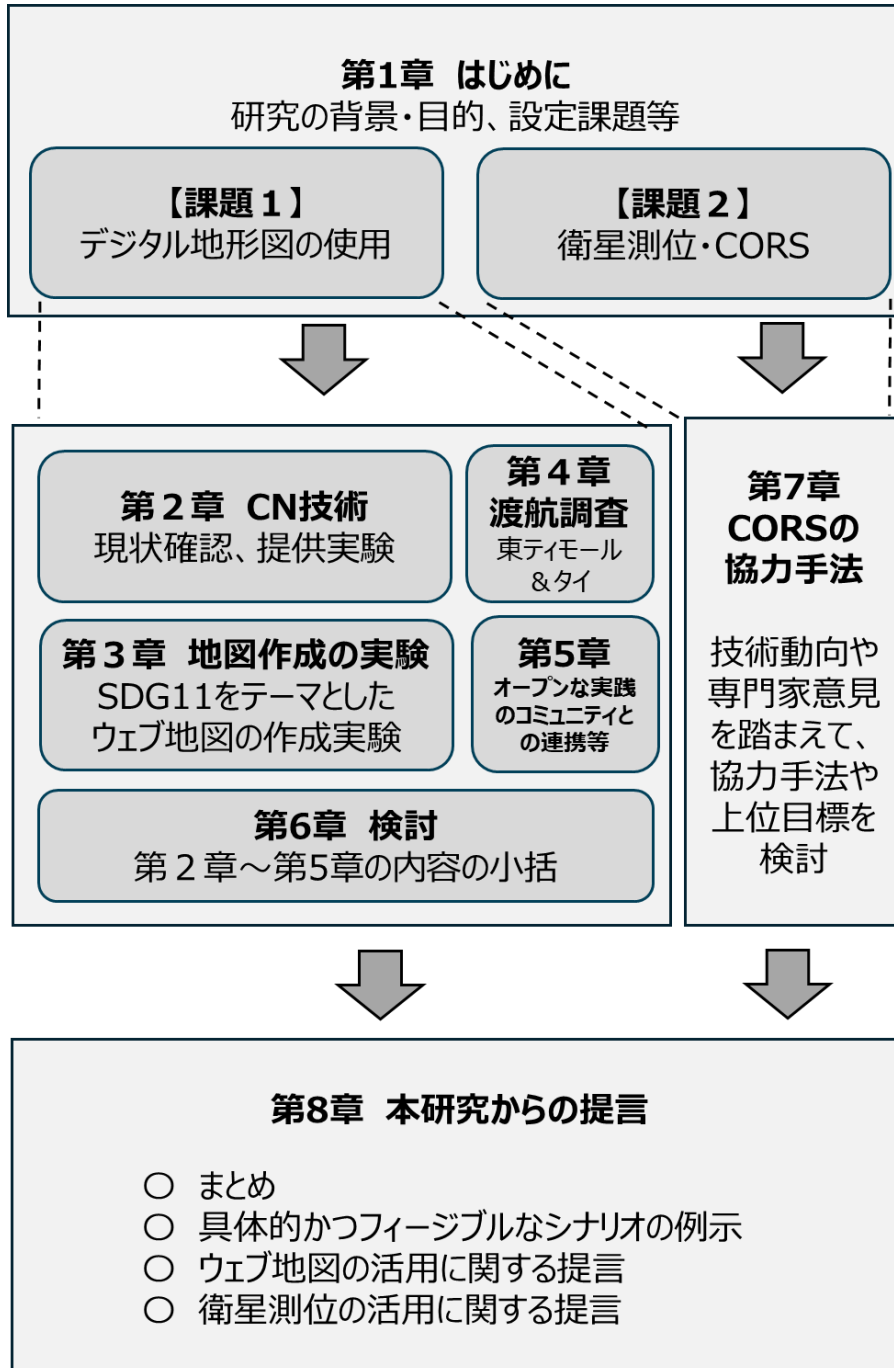


図 1.4 本研究の構成

2. クラウドネイティブ技術の導入による可用性の強化

技術協力で作成された地形図は、測量／地理空間情報行政を所掌する政府機関が配布・配信しているケースが大半であるが、提供側の論理により利用者側のデジタルトランスフォーメーション (DX) の立場が置き去りにされて可用性の確保に問題がある場合もある。本研究では、これまでの技術協力における成果の地理空間情報の可用性の向上が起点のひとつとなっている。これら、利活用の促進、地形図のデータ形式、及び地形図の流通チャンネルに関する課題の解決は、よりモダンなウェブ配信技術や分散プラットフォーム技術等のオープンでウェブでの配信を前提とした技術への移行により、地形図整備機関の負担の削減と、課題を担当する組織との地形図利用促進が図られ、結果的に地形図のオープンデータ化が自ずと推進されて、可用性の強化につながる仮説に基づいている。技術協力において、ウェブ地図が本当に必要なかを見極めたいうで、必要である場合にはクラウドネイティブのような可用性の高い技術を提供すべきとの論理である。まず、クラウドネイティブ GIS はクラウド上で GIS データを扱う技術のことである。クラウド技術の長所は以下のとおりであり、これを用いることで地理空間情報の戦略的使用に通じた DX の促進につながる。なお、長所と以下に述べる短所については、脚注³に示すウェブサイト、論文を参照した。

- ・ ユーザはデータの中で必要な部分をダウンロードでき、インターネットトラフィックやその後の処理の量を削減できること。例えばタイ全土のデータセットの中でバンコク周辺のデータのみをクラウドから取得できる。
- ・ データへのアクセス性が向上し、利用者の増加が期待できること、また協働を促進できること。
- ・ Amazon Web Service 等、専門の外部企業にデータ管理を委託することで、可用性が強化されるとともにデータベース管理者の負担が減ること。

その一方で、次のような留意事項もある。

- ・ プライバシー等の側面からデータ公開範囲を注意深く検討すること。
- ・ インターネットがない環境では、原則としてデータを取得できないこと。
- ・ 従量課金制を取り入れているサービスではコストの監視が必要であること。

さらに、ICT に関する国連の専門機関である国際電気通信連合 (ITU) によれば、全世界のいわゆる貧困層のインターネット利用率は 2024 年時点で約 25%にとどまるが、全世界のインターネットの利用率は 2019 年から 2024 年の間に 53%から 68%に増加し⁴、今後も地理空間情報へのアクセス者数が増加することが見込まれる。したがって、導入前に十分な検討や準備が必要ではあるが、クラウド技術によって、より多くの人々に技プロの成果が効率的に共有できる。

ここで、既存の形式のデータをクラウドに保存することは可能ではあるが、スループット、すなわち単位当たりの仕事量の観点で非効率とされる。なぜなら Shapefile をはじめとした既存の地理空間データのファイル形式は HDD/ SSD での最大毎秒 500MB 程度の読み書きを前提に設計されたが、クラウド経由の読み書きはさらに高速だからである。そこで、クラウドでの保存や共有に特化した地理空間情報データ、すなわちクラウドネイティブな GIS データ (以下、CN データ形式) を採用することで、技プロ成果の効率的な共有や可用性の向上、ひいては戦略的使用に寄与することが見込まれる。

³ Radiant Earth “What is Source Cooperative?” <https://radiant.earth/blog/2023/10/what-is-source-cooperative/> (2025/09/26 アクセス)、Abernathey, R. P., Augspurger, T., Banihirwe, A., Blackmon-Luca, C. C., Crone, T. J., Gentemann, C. L., ... & Signell, R. P. (2021). Cloud-native repositories for big scientific data. *Computing in Science & Engineering*, 23(2), 26-35.

⁴ <https://www.itu.int/itu-d/reports/statistics/2024/11/10/ff24-internet-use/>

上述の CN データを活用する技術（クラウドネイティブ技術、以下「CN 技術」という。）の特性は、課題オリエンテッド及び DX 推進の観点で技術協力の方向性において以下の効果をもたらす。

- ・ リアルタイム課題の解決支援： 衛星データや IoT センサーからのフィードバックを地図に即時反映させることの可能な CN 技術により地図データが常時更新・共有され、災害対応、交通渋滞、都市計画など、実時間性が求められる課題への対応を改善する。
- ・ 領域横断型課題への共同対応： 防災・環境・物流・建築など複数分野が連携した地図データ利用が可能にし、スマートシティ文脈で、行政・企業・住民間の協働を容易にする。
- ・ データギャップ・課題の可視化： 地図データの可視化技術とクラウドストレージの組み合わせにより、情報の密度や分布の把握を容易にする。
- ・ データ流通・更新の自動化： 地理データの更新を CI（継続的インテグレーション）/CD（継続的デプロイメント）パイプライン化することによるに最新状態を維持する。例えば、民間・行政・研究機関がデータを共通のクラウド基盤で管理し、サイロ化を解消。
- ・ マイクロサービス化と分散アーキテクチャ： Open API による標準化されたインターフェースによる地図データの機能（例：タイル生成、スタイル管理、ルーティング）をマイクロサービス化することで、機能単位の連携・協力を柔軟にする。
- ・ ユーザ起点のサービス創出： エンドユーザが独自のテーマで地図データを利用・拡張（例：市民科学、観光マップ、災害記録）できるユーザ体験（UX）環境の整備を実現する。

2.1. 既存データのクラウドネイティブ化

オープンデータ及び各国の有する既存地形図データ（相手国の本研究への利用の承諾を取り付けたもの）を入手し、CN データ形式への変換を行った。また、実務的な参照資料とすべく、利用するツールの入手、処理の手順など、包括的な評価を行った。

2.1.1. 活動の狙い・目標

この活動の目標は、既存のデータを CN データ形式に変換する手法を確立し、その手法について、ツールの入手、処理の手順など包括的な評価を行うことである。検討において最も重視する観点は、今後の技術協力での利用を前提として、求められる技術レベル、将来的な発展の見通し、必要とするツール等のリソースなどの観点で、普及可能であることである。

2.1.2. 成果

まずは既存のファイル形式からウェブ地図で利用されるタイルデータを格納する CN データ形式である、PMTiles への変換を行った。以下に手順の概要を述べる。

- (1) オープンデータの公開プラットフォームである、OvertureMaps や、Humanitarian Data Exchange、さらには過去の技プロのデータを入手する（東ティモール及びタイを対象として選定した）。
- (2) オープンソース GIS ソフトである QGIS やプログラミング言語である Python などで地物の切り取り等、ウェブページでの表示用にデータを加工する。
- (3) 既存のファイル形式の 1 つである、GeoPackage ファイルに地物をレイヤーとして各々保存す

る。

- (4) オープンソースの GIS データ変換ライブラリである GDAL で GeoPackage から PMTiles に変換する。なお、データが大きい場合は Tippecanoe という別のライブラリの利用が推奨され⁵、本業務で調達した超小型 PC において変換を実行した。

上記のとおり、オープンソースのソフトウェアで加工、変換することが可能である。また QGIS 等の GUI を持つソフトウェアの利用も可能である。ただし、GDAL をコマンドラインプロンプトから呼び出すための環境変数の設定や、Tippecanoe を利用する場合 Linux カーネルを Windows で利用するために Windows Subsystem for Linux (WSL) の利用など複雑な手順を経る必要がある。

また、GeoPackage から PMTiles に変換した際、ファイルのサイズが 10 分の 1 近く圧縮された。ただし PMTiles はズームレベル (スクリーン上で地図が見える範囲を指定) によってジオメトリを単純化する点は注意が必要である。

その後、ウェブ地図作成を想定し、PMTiles とウェブ地図によく用いられる既存データ形式である GeoJSON からの読み込み時間を比較した。具体的には、ローカルサーバー上のディリ市内の道路データ (Humanitarian Data Exchange から取得したデータを受注者側で加工したもの) からウェブ地図を表示する所要時間を計測した。PC の性能や PMTiles のズームレベルなどによって変わるが、PMTiles は 2 倍以上の表示速度があった。

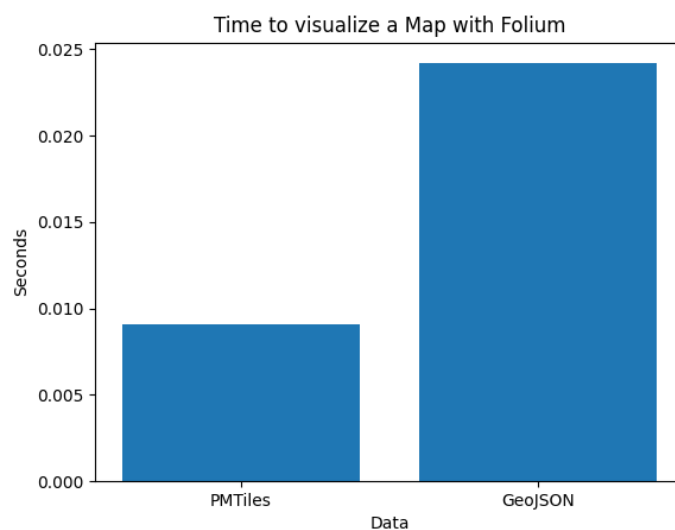


図 2.1 簡易的なウェブ地図を表示するために要した時間

出典: JICA 調査団作成

PMTiles はウェブ地図用の技術であり、分析には不向きである⁶。そこで、成果を分析に用いる利用者を想定し分析用のベクターデータに用いられる CN データ形式である、FlatGeobuf と GeoParquet への変換を行った。変換手順は以下のとおりである。

- (1) データを入手する。

⁵ Protomaps “Creating PMTiles” <https://docs.protomaps.com/pmtiles/create> (2025/09/26 アクセス)

⁶ Cloud-Native Geospatial Forum “PMTiles” <https://guide.cloudnativegeo.org/pmtiles/intro.html> (2025/09/26 アクセス)

(2) QGIS や Python でデータを読み込み、切り取りなど必要に応じて加工をする。

(3) ソフトウェアから GeoParquet 及び FlatGeobuf として保存する。

変換の結果、GeoParquet のファイルサイズは GeoPackage の 1/2 に圧縮された。これは、GeoParquet がファイルの圧縮機能を持つためである一方で、FlatGeobuf は圧縮機能を持たないため、ファイルサイズにほとんど変更はなかった⁷。また、QGIS からローカルドライブの書き込みについても、GeoParquet が最も高速であり、GeoPackage、FlatGeobuf の順に高速であった。

その後 PMTiles 同様、GitHub から、Humanitarian Data Exchange のデータを変換した GeoPackage、FlatGeobuf、GeoParquet の読み込み時間を比較した。ファイル全体を読み込んだ場合は GeoParquet と FlatGeobuf が GeoPackage よりも高速であった。また、下図①で示すとおり特定列のみを読み込む場合は GeoParquet が、②で示すとおり空間クエリを利用して特定行のみを読み込む場合は FlatGeobuf が高速であった。これは、GeoParquet が列指向であるのに対して FlatGeobuf が行指向であるためと推測する⁸。

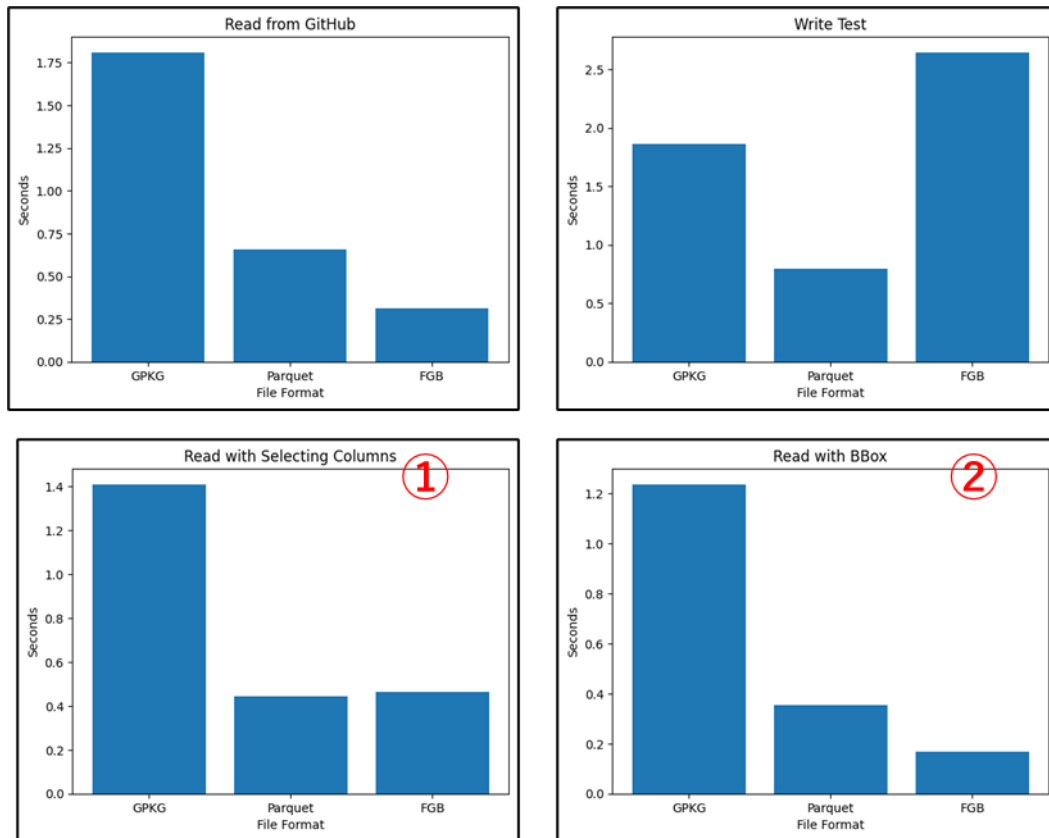


図 2.2 GitHub から GeoPandas への読み込み時間

出典: JICA 調査団作成

最後に今後の技プロでの CN データ形式のデータの生産を見据えて、ベクターデータを CN データ形式に変換する際のワークフローの試案を示す。

⁷ Cloud-Native Geospatial Forum “FlatGeobuf” <https://guide.cloudnativegeo.org/flatgeobuf/intro.html> (2025/09/26 アクセス)及び Cloud-Native Geospatial Forum “GeoParquet” <https://guide.cloudnativegeo.org/geoparquet/> (2025/09/26 アクセス)

⁸ Cloud-Native Geospatial Forum “FlatGeobuf” <https://guide.cloudnativegeo.org/flatgeobuf/intro.html> (2025/09/26 アクセス)及び Cloud-Native Geospatial Forum “GeoParquet” <https://guide.cloudnativegeo.org/geoparquet/> (2025/09/26 アクセス)

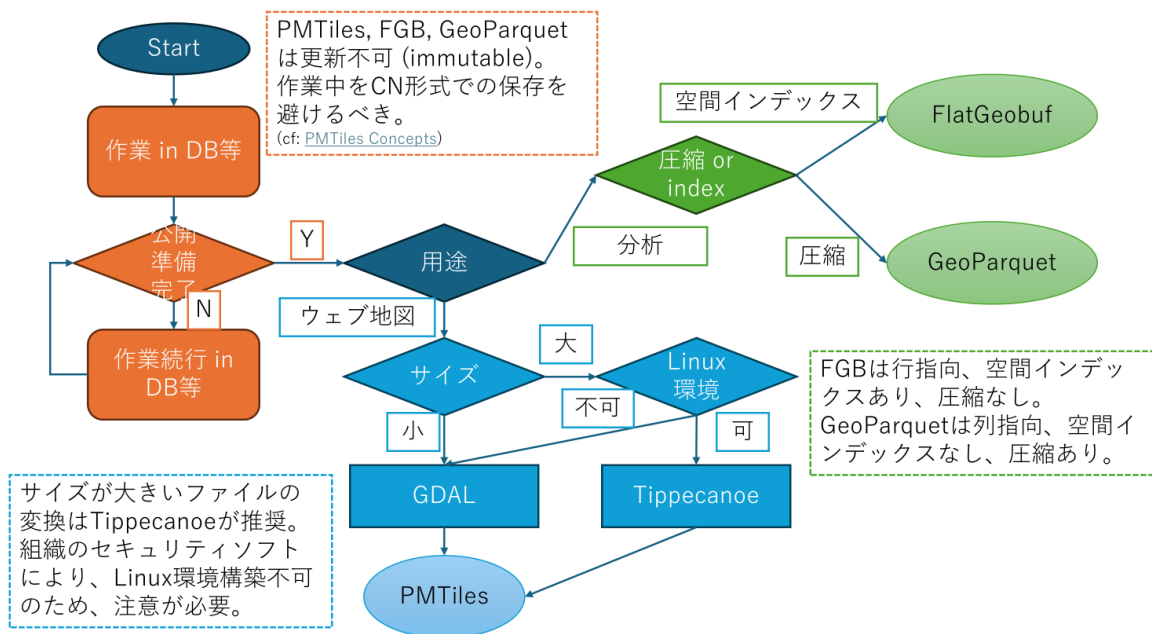


図 2.3 クラウドネイティブデータ形式への変換ワークフロー（案）

出典: JICA 調査団作成

上記ワークフローについて補足説明を加える。まず、オレンジ色で示した部分はデータの生産段階である。PMTilesをはじめとして今まで論じてきたファイル形式はすべて更新が不可能な形式⁹であるため、ファイルの更新を行う場合はデータベースを活用することが推奨される。そのため、公開準備完了後に初めてCNデータ形式に変換されることが望ましい。

次に、青で示した部分は用途としてウェブ地図が想定される場合である。この場合、ファイルのサイズによって利用するソフトウェアを選択する。上述のとおり、ファイルサイズが大きい場合はTipeccanoeが推奨される。その一方で、組織が利用するセキュリティソフト等により、WSL環境が構築できない場合もある。その場合はファイルサイズが大きくてもGDALを活用する必要がある。生産されたPMTilesはJavaScriptなどを利用しウェブ地図作成のために消費される。

最後に緑色で示した部分はデータを分析に活用する場合である。この場合、ベクターデータにおいてはGeoParquetとFlatGeobufが想定される。現在の課題としては「完璧なデータ形式がない」ということであり、ユーザによってデータの形式を選択する必要がある。例えば、上で述べたとおり、GeoParquetには圧縮機能があるが、空間クエリが苦手である。他方、FlatGeobufは圧縮機能がないものの、空間クエリを効率的に行うことができる。したがって、例えばカウンターパートのニーズやデータの活用予定をヒアリングしながら形式を選択する必要がある。

9 Cloud-Native Geospatial Forum “FlatGeobuf” <https://guide.cloudnativegeo.org/flatgeobuf/intro.html> (2025/09/26 アクセス)及び Cloud-Native Geospatial Forum “GeoParquet” <https://guide.cloudnativegeo.org/geoparquet/> (2025/09/26 アクセス)及び Plotmaps “PMTiles Concepts” <https://docs.protomaps.com/pmtiles/> (2025/09/26)

2.2. クラウドネイティブ化データの提供実験

2.2.1. 活動の狙い・目標

この活動では生成した CN データを保存・共有する外部プラットフォームについて多角的な視点で評価する。最も重視する選定方針は、開発協力における利用の現実的な面として、当事者となる途上国の機関が技術的また制度的に利用できることである。なお、当面は（技術的また制度的に利用の優位性が相対的に高い）1つの外部プラットフォームと、超小型 PC を用いたサーバーの比較を行う。

その理由は比較を単純にし、外部プラットフォームの特徴を明確にするためである。今までは主にサーバーを使用していたが、今回のプロジェクト研究ではそれを外部化する試みを行っている。したがって必要になる比較の構造は「サーバー」対「外部プラットフォーム」であり、プラットフォーム間の比較は、その次のステップである。

提供者間で多少サービスが異なるのはもっともだが、超小型 PC のサーバーと外部プラットフォーム1つを比較することで、外部プラットフォーム利用に関する特徴をより明確に示すことができると考える。

また、上に述べた「提供者間で多少サービスが異なる」という部分に対応するため、机上にてプラットフォーム間の分析を行う。

2.2.2. クラウドネイティブ化による可用性の強化の検討

上で述べたとおり、オンプレミスのサーバーはアクセスが集中した場合、データに一時的にアクセスできなくなることがある。また一般論としてデータサーバー自体の故障やウイルス感染によって半永久的にデータが取り出せなくなるリスクもあり、可用性の維持はデータベース管理者に大きな負担となる。

以上のようなリスクを回避し、可用性という要件を満たすために、データ管理を専門の外部プラットフォームに委託することで、可用性が向上する。

その一方でプラットフォームにはそれぞれ長所や短所があり、将来的な案件のニーズに沿って、選択することが必要不可欠である。この観点の例としては、プラットフォームの安定性、アップロード予定のデータ量、データ分析のためのツールの要否などが挙げられる。

さらにデータを分析に使用する際等、利用者がプラットフォームを直接利用することが想定される場合は、「利用者が使いやすいか」という面も戦略的使用にとっては不可欠な視点である。なぜなら、このようなことが想定される場合は、従来はプラットフォーム開発前に利用者と議論してユーザーインターフェースに関する要件を決めることが可能であったが、外部サービスを活用する場合は個々の利用者の事情・要件にそれぞれ応じることは困難なためである。

そこで、本業務においては代表的なプラットフォームについて比較・検討を行った。

2.2.3. 成果

プラットフォームから配信予定の PMTiles を利用する例として、ディリ（東ティモール）、バンコク（タイ）の地図を作成した。その際に、レイヤーのスタイリングを定義するのに用いられる JSON ファイルが冗長になり、作成や修正が煩雑になるという課題があった。そこで JavaScript のクラス（今

回の場合、スタイリングのテンプレート) を用いてスタイルを定義し、1 レイヤーあたり 1 行で実装できるようにした。以下に完成したウェブ地図を示す。

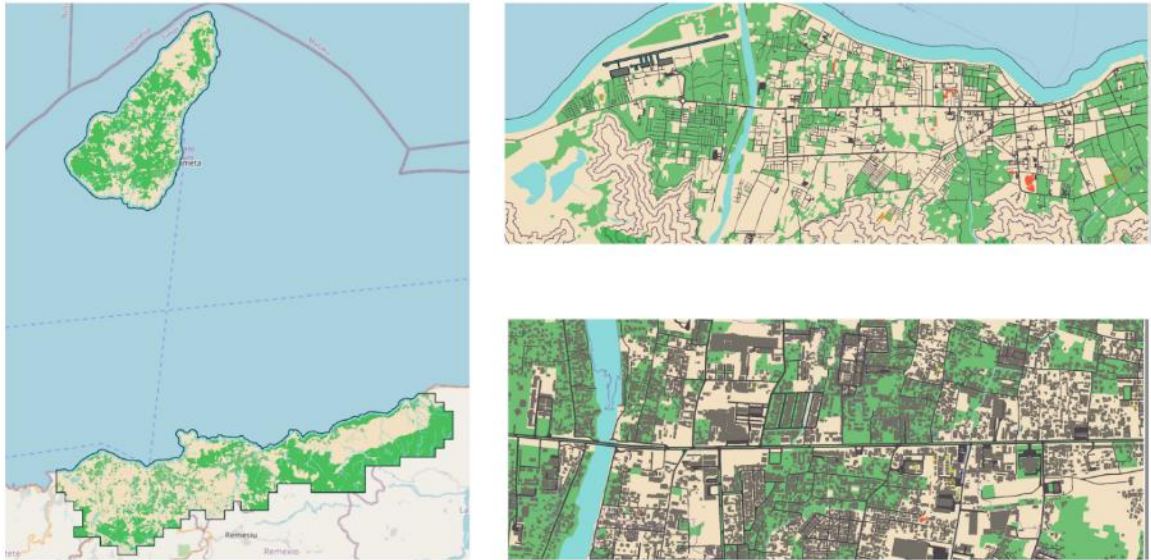


図 2.4 デイリのウェブ地図



図 2.5 バンコクのウェブ地図

プラットフォームの選定に関しては、超小型 PC 2 台及び周辺機器を購入した。発注作業と並行して超小型 PC である Raspberry Pi にて利用予定のサーバーである Caddy Server の動作・作業手順につ

いて、確認を行った。なお当初、海外での電源確保が課題として挙がっていたが、結果として無事に海外電源に対応した電源アダプタを確保できた。また、データの SourceCooperative へのアップロードは発注者から提供される UN SmartMaps のアカウントを使用することが可能となった。

さらに、机上でプラットフォームについて重要事項を検討した。以下に各プラットフォームの公式の説明ページ等を参照して得た情報を整理する。

1. SourceCooperative (<https://source.coop/>) は現在ベータ版（試用版）のみ利用可能である。SourceCooperative は CN データの利用を推進しており、本プロジェクトとの親和性も高い。また、ハーバード大学等、著名な機関をすでに巻き込んでおり、データの蓄積という面でも有望である。その一方で、以下で改めて述べるが、ベータ版であるため、可用性という面を考えると不具合が発生するリスクは比較的高い。この点は留意すべきものの、データ検索の精度や、データに付与されているタグの一貫性が今後向上すれば、有力なプラットフォームになる。
2. Humanitarian Data Exchange (HDX, <https://data.humdata.org/>) は UNOCHA が管理しており、OpenStreetMaps の他、著名な大学・機関からのデータを蓄積している。またロケーションページという、同じ国に関するデータをまとめて表示する機能もあり、利用者の視点から見ても便利である。その一方で、現状では CN データを直接アップロード、消費することはできない。Zip 形式に圧縮してからデータをアップロードすることは可能ではあるので、今後 CN データを直接やりとりできると、非常に使い勝手の良いプラットフォームになる。
3. Amazon Open Data Sponsorship Program (<https://aws.amazon.com/jp/opendata/open-data-sponsorship-program/>) はファイルとメタデータを合わせたオブジェクト単位で保存する Amazon S3 バケットを利用する、可用性の高いサービスである。通常、S3 は従量課金制を採用しているが、このプログラムでは 2 年ごとの契約でストレージの利用料金が無料になる。また利用者としても、データをダウンロードするだけでなく、従量課金制ではあるがクラウドの分析ツールを利用することができる。ただし、データプロバイダーの審査の開始が 3 か月ごとのため、特に履行期間の短い技術プロジェクトではプロバイダー審査に応募するタイミングを前もって決定することに注意が必要である。また、ストレージ料金自体は無料であるが、従量課金制の部分を明確に把握することができれば、より使いやすいプラットフォームになると予想する。
4. G 空間情報センター (<https://front.geospatial.jp/>) は日本の地理空間情報プラットフォームであり、当共同企業体を構成する各社の他、官公庁や地方公共団体が国内のデータを公開している。G 空間情報センターは国内のデータを中心に扱ってきたため、技プロのデータを扱うことは大きなコンテンツ開拓になる。例えば、日本国内の研究機関が被援助国の機関と協力し、さらなる研究を行う際のデータ取得元となることが想定される。その一方で、閣議決定された計画（「地理空間情報活用推進基本計画」）に基づいて設立され、国内のデータをホスティングするサイトであるため、ウェブサイトが非日本語話者に対応していないことが最大の課題である。したがって今後技プロの成果出力先のプラットフォームとして利用するにはウェブサイトの多言語化がなされる必要がある。
5. UNDP GeoHub (<https://geohub.data.undp.org/>) は、UNDP によって開発され、その職員が GIS データを共有するためのツールである。ただし、UNDP 職員でなくても GitHub のアカウントがあればデータを無料でアップロードできる。また、このツールは分析機能も備え付けているため、データをダウンロードせずとも、簡易的にデータの分析や地図の作成を行うことが可能である。アップロード可能なデータの形式は幅広く設定され、Shapefile 等 CN データ形式以外にも

アップロード可能であるが、プラットフォーム上で自動的に FlatGeobuf と PMTiles に変換される。GeoParquet には未対応である。なお、本研究においてバンコクの現地調査で活用するデータは UNDP GeoHub に格納した。

以上を踏まえて、プラットフォーム選択の際には4つの検討事項があると考えられる。すなわち、①備え付けツールの有無、②大容量かつ多様な CN データ形式への対応の有無、③使いやすさ、④データプロバイダーとしての認証機能の有無、である。

まず分析ツールが備わっている必要がある場合は UNDP GeoHub が第一候補となろう。しかし、SourceCooperative 等のプラットフォームを使う場合でも GitHub でウェブ地図を配布するプロバイダーも確認できた。ただし後者の場合はデータ提供者にプログラミング等の技能が必須となるため、データ提供者がプログラミングを行わない場合では特に有益なツールとなるだろう。また、外部ストレージからデータを読み込み、GeoHub で分析や地図の作成を行うことも可能である。

次に大容量かつ多様な CN データ形式に対応しているか、という面である。この条件を満たすのは SourceCooperative と G 空間情報センターである。前者は英語に対応しており将来的な従量課金制がほのめかされているが¹⁰、大量のデータを形式問わず保存することが可能である。後者は日本語のサイトであり、1TB までデータを無料でホストすることができる。

次にユーザがプラットフォームから直接データを消費する場合を想定した「使いやすさ」という側面である。これを満たすのは HDX と UNDP GeoHub であると考えられる。前者はロケーションページという機能があり国ごとにまとめてデータを検索することができる。後者は国や SDGs のゴールごとにデータを検索することが可能である。

最後に、データ提供者としての認証、すなわち一種の権威性が必要か、という面である。これを提供しているのが、HDX、G 空間情報センター、Source Cooperative である。これによりデータ提供開始が若干遅れる可能性があるものの、「信頼のおけるデータ提供者である」という第三者の確認が入るためユーザのデータ利用の際の障壁が取り除かれることが期待される。

また、ホスティングサービスとは別であるが「惑星間ファイルシステム」(Interplanetary File System) を構築した。これは、データをピアと呼ばれる分散サーバーに分割して保存する仕組みである。分散により耐障害性を高めており、CID と呼ばれるデータに紐づけられる ID によってデータにアクセスすることが可能である¹¹。データのアップロードには Windows の Command Prompt 等、一定以上のコンピュータスキルが必要である。データの取得には Command Prompt の他、公開ゲートウェイを利用できるため、難しくはないものの不安定でありデータを取得できないこともあった。

なお、データを提供する際の注意事項として、ライセンス表示に関する問題への対応が本業務内で必要となったので、ここで紹介しておく。本業務でタイでの現地調査に向けた準備をした際に、公的機関や OpenStreetMap 財団などがオープンデータとして公開しているデータを CN データ形式に変換し、ウェブ地図を作成した。その際、ある1つのデータのライセンスが確認できないという問題が発生した。このようなことが生じると、データを利用する上での条件が不明確になり、ユーザにとってデータを利活用することが難しくなるというリスクがある。この問題を解決するためにも、データの

10 Radiant Earth “What is Source Cooperative?” <https://radiant.earth/blog/2023/10/what-is-source-cooperative/> (2025/09/29 アクセス)

11 IPFS “IPFS” <https://ipfs.tech/> (2025/09/26 アクセス)

ライセンスの問題等に関して包括的に啓発を行っていく必要がある。¹²

12 Cloud-Native Geospatial Forum “Challenges for the CNG Community - 2025”
<https://cloudnativegeo.org/blog/2025/07/challenges-for-the-cng-community-2025/> (2025/09/26 アクセス)

3. SDG11 に関する地理空間情報の戦略的使用の強化

3.1. SDG11 と地理空間情報の役割

SDG11（持続可能な都市とコミュニティ）は、安全で持続可能な都市や地域社会を目指す SDGs の一環であり、「誰一人取り残さない（No One Left Behind）」という理念がその基盤となる。この理念は地理空間情報を活用した戦略的アプローチを推進する議論の凝集力として機能する。地理空間情報の活用により、すべての人々が都市や地域社会の持続可能性の恩恵を公平に受けられることを具体化できる。この理念を基盤に、多様な関係者からの支持（buy-in）を得ることが、SDG11 の目標達成を加速させる鍵となる。

地理空間情報は、都市や地域の課題を「見える化」し、科学的根拠に基づく意思決定を支援するツールである。例えば、交通アクセスが不足している地域や大気汚染のホットスポットを地図上で特定し、効率的なインフラ整備や住民の健康リスク軽減の施策を具体化することができる。また、人口分布や土地利用状況を可視化することで、都市拡大の非効率性を明らかにし、持続可能な土地利用計画を支援することも可能である。

こうした地理空間情報の戦略的使用を支える効果的なツールとして、ウェブ地図が重要な役割を果たす。ウェブ地図は、地理空間情報を視覚的かつ直感的に整理し、使用者に迅速にリーチできる特長を持つため、政策立案者や住民が課題を即座に理解し、具体的な行動に結びつけることが可能となる。また、オープンソース技術やクラウド運用による低コスト化により、技術的制約の多い途上国においても有効に活用できる。

さらに、ウェブ地図は住民参加を促進するプラットフォームとしても機能する。住民が地域の課題を地図上で共有し、政策形成に関与することで、透明性や説明責任が向上すると同時に、「No One Left Behind」の理念が実現される。このように、ウェブ地図は地理空間情報を活用した戦略的アプローチを具体化し、SDG11 の目標達成に向けた多様な関係者の協働を促進する。

特に途上国では、ウェブ地図を活用することで情報格差を縮小し、効率的な資源配分を実現することが可能となる。こうしたツールを通じて、SDG11 が掲げる持続可能な都市と地域社会の実現に向けた行動が加速される。

3.2. ウェブ地図の作成

3.2.1. 東ティモール

3.2.1.1. ウェブ地図作成の狙い

地理空間情報の戦略的使用を実証する事例として、東ティモールを対象にウェブ地図を作成した。この地図は、都市計画、環境保全、交通改善といった SDG11（持続可能な都市とコミュニティ）に関連する課題に焦点を当てている^{13 14}。さらに、具体的な課題解決の可能性を示すことで、持続可能な発展を支える基盤として活用されることを目的としている。

なお、本地図作成では SDG11 を主な対象としているが、都市や地域社会の持続可能性を幅広く考

13 外務省. JAPAN SDGs Action Platform <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/statistics/goal11.html>

14 UN-HABITAT. Data and Analytics <https://unhabitat.org/knowledge/data-and-analytics>

える上で、保健分野（SDG3）の観点も補足的に取り上げた。

3.2.1.2. 作成したウェブ地図¹⁵

以下の4つのテーマに基づき、ウェブ地図を作成した。それぞれ、特定の課題に対する政策議論を促進するための基盤として機能することを目指している。これらの地図は、厳密性や公式性に固執せず、オープンデータを柔軟に活用することで作成されている。

なお、作成しているウェブ地図は下記から閲覧できる（2026年2月19日現在）。

https://nnkkm.github.io/TLS_01_2/

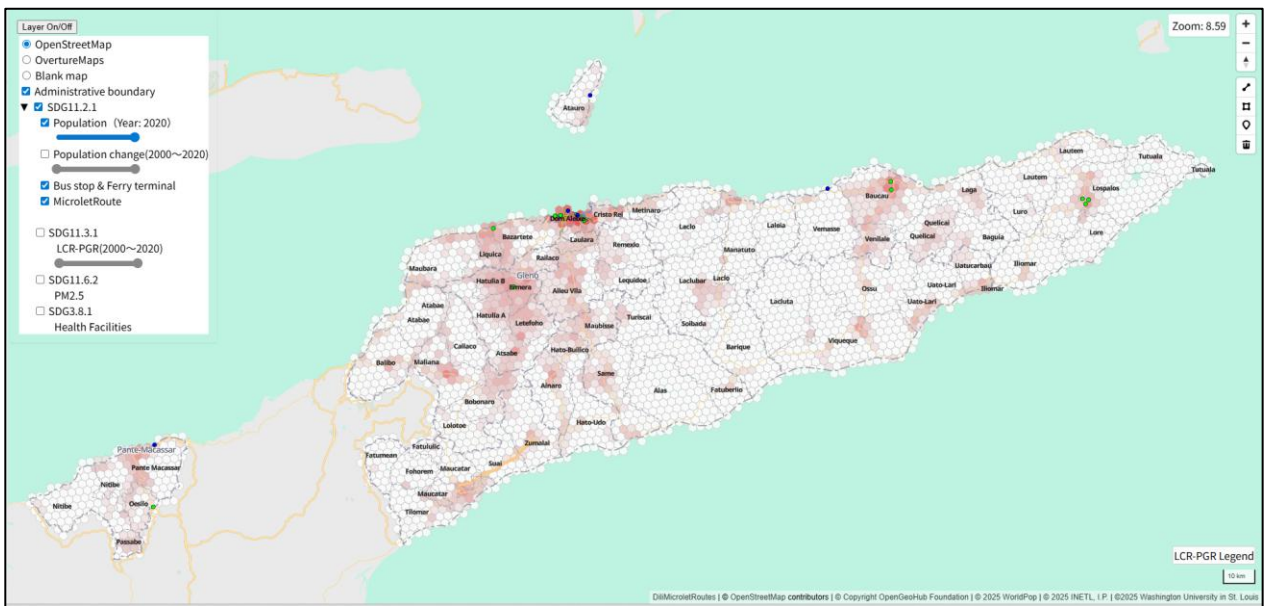


図 3.1 東ティモール ウェブ地図イメージ

① 公共交通のアクセス向上（SDG11.2.1）

交通政策の議論を喚起することを目的として、人口分布と公共交通アクセスの関係を可視化した地図を作成した。この地図は、人口データを基盤として「バス停やフェリー乗り場」「マイクロレット（乗り降り自由なミニバス）のルート」を重ねて表示することで公共交通の分布状況を明らかにしている。

15 ウェブ地図に使用したデータ及びその出所は本章末の参考文献に示す。

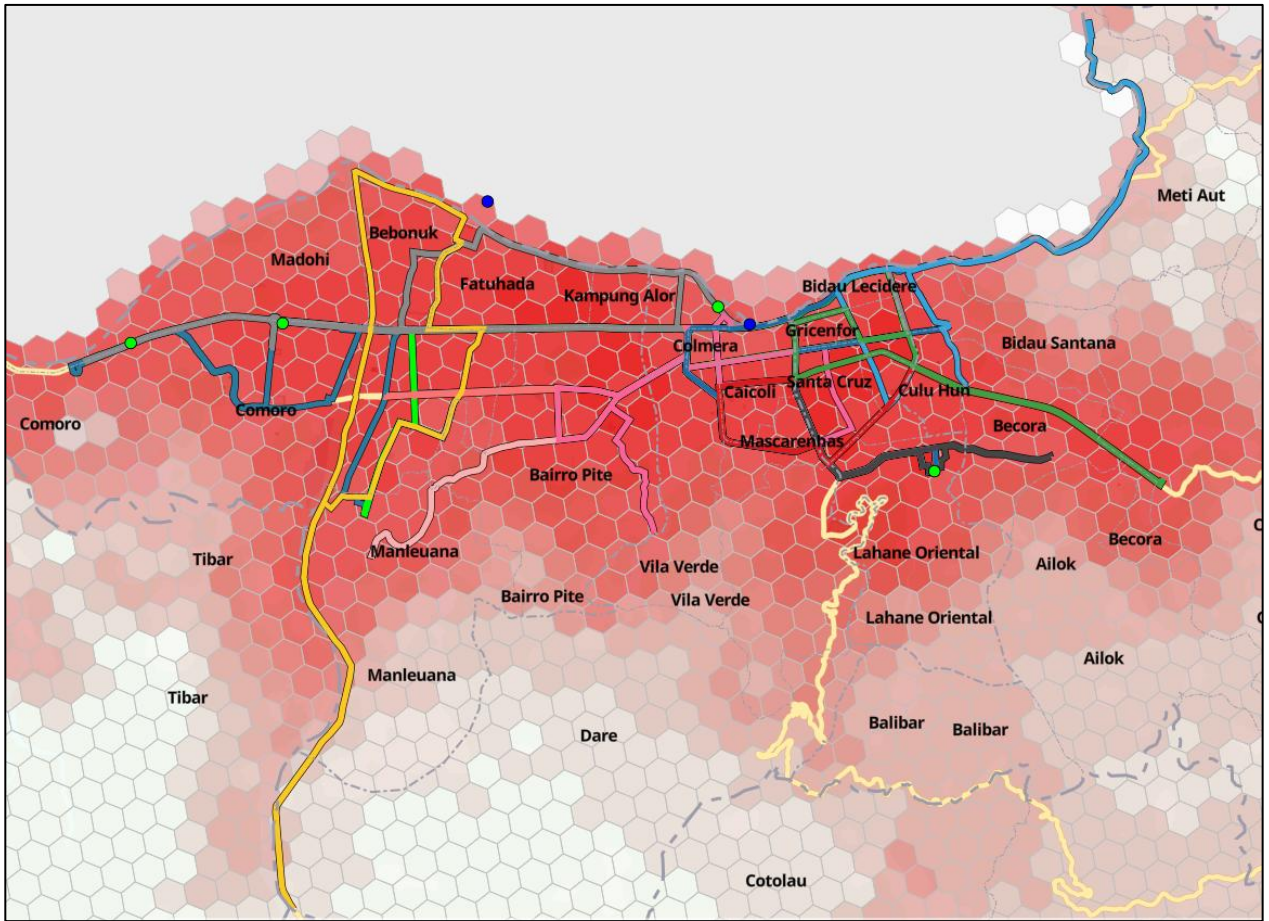


図 3.2 人口分布と公共交通アクセス

② 持続可能な土地利用計画 (SDG11.3.1)

都市計画や土地利用政策の議論を喚起することを目的として、土地利用率 (LCR) と人口増加率 (PGR) の関係を示す地図を作成した。この地図は、人口データに基づく「人口の変化」と、衛星データから得られた「都市の拡張状況」をもとに、土地利用の効率性を示す指標 LCRPGR を可視化している。この地図を活用することで、土地利用が人口増加と調和しているか、または土地消費が過剰で非効率な拡張が進んでいるかを直感的に評価できる。

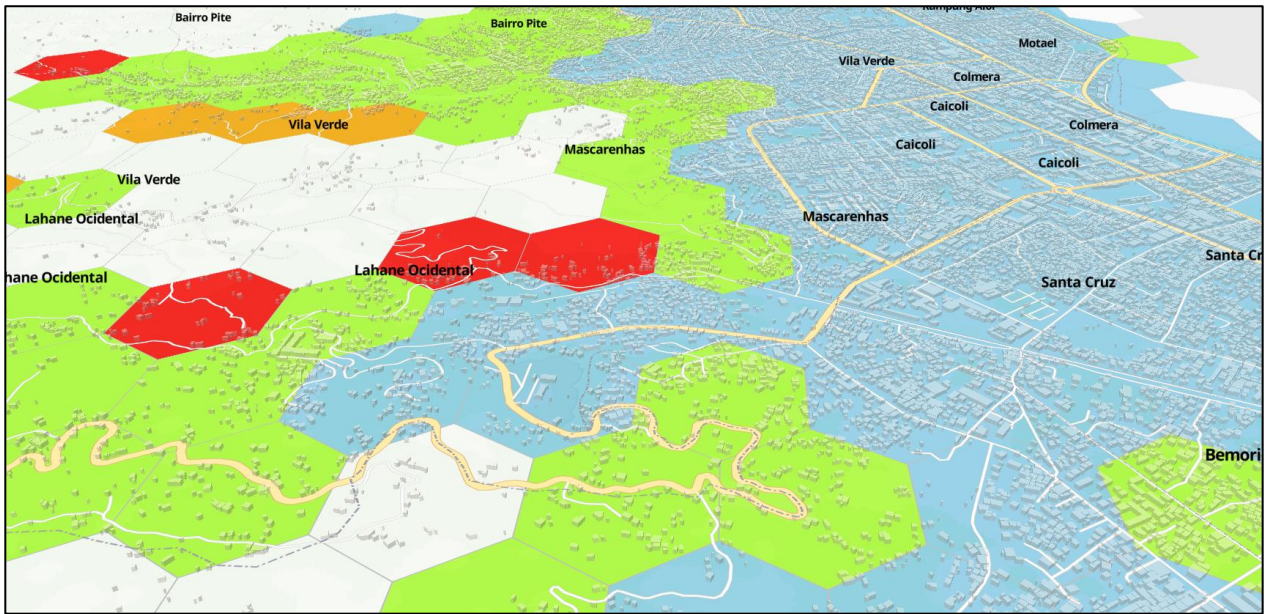


図 3.3 LCRPGR

③ 大気汚染モニタリング (SDG11.6.2)

環境政策の議論を喚起することを目的として、大気汚染濃度を可視化した地図を作成した。この地図は、衛星データによる「大気汚染濃度 (PM2.5)」と国勢調査から得られた「人口」に基づき、「PM2.5の年間平均濃度 (人口加重平均)」を算出し表示している。これにより、微小粒子状物質の分布状況が明らかになる。この地図を活用することで、大気汚染の影響を受けやすい地域を特定し、住民の健康や都市環境への影響についての議論が促進できる。

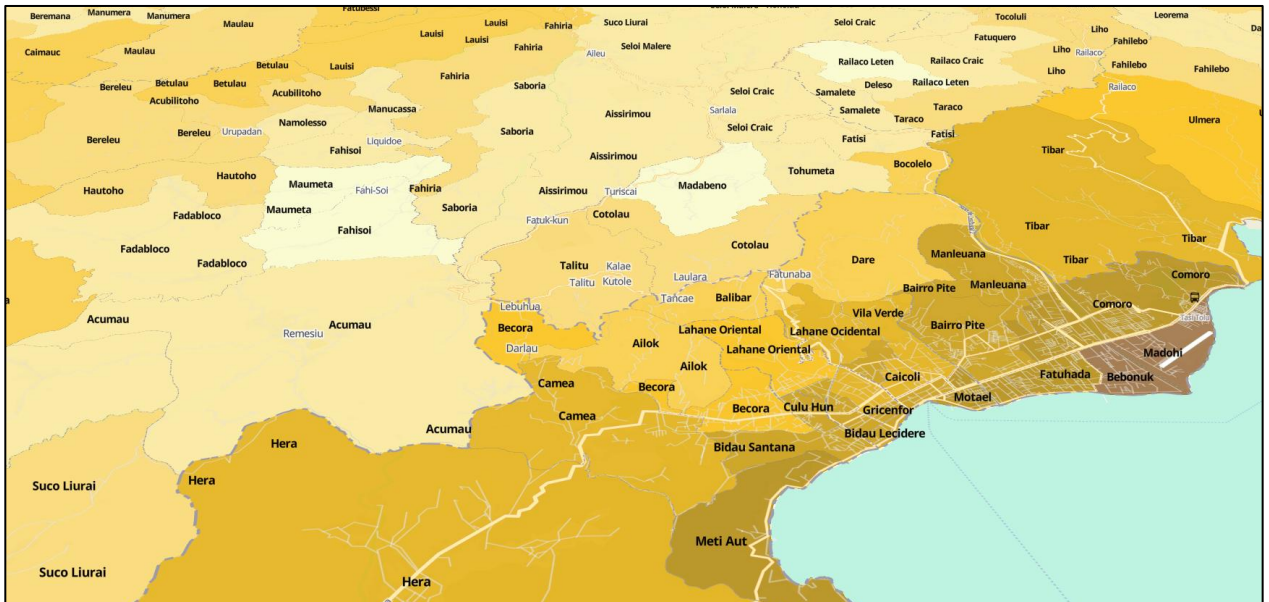


図 3.4 大気汚染モニタリング

④ 医療アクセス可視化 (SDG3.8.1)

医療政策や地域健康課題の議論を喚起することを目的として、人口分布と医療機関の位置関係を可

視化したウェブ地図を作成した。この地図は、人口データを基盤として「病院やクリニックの位置」を重ねて表示することで、各地域における医療インフラの分布状況を明らかにしている。

この地図を活用することで、「人口が集中しているが医療機関が不足している地域」や「医療機関から遠い生活圏」など、ユニバーサル・ヘルス・カバレッジ（SDG3.8.1）上の課題が直感的に把握できる。また、医療資源の公平な配置や将来の医療拠点の検討に際し、現状分析や課題抽出の根拠資料として役立つことができる。

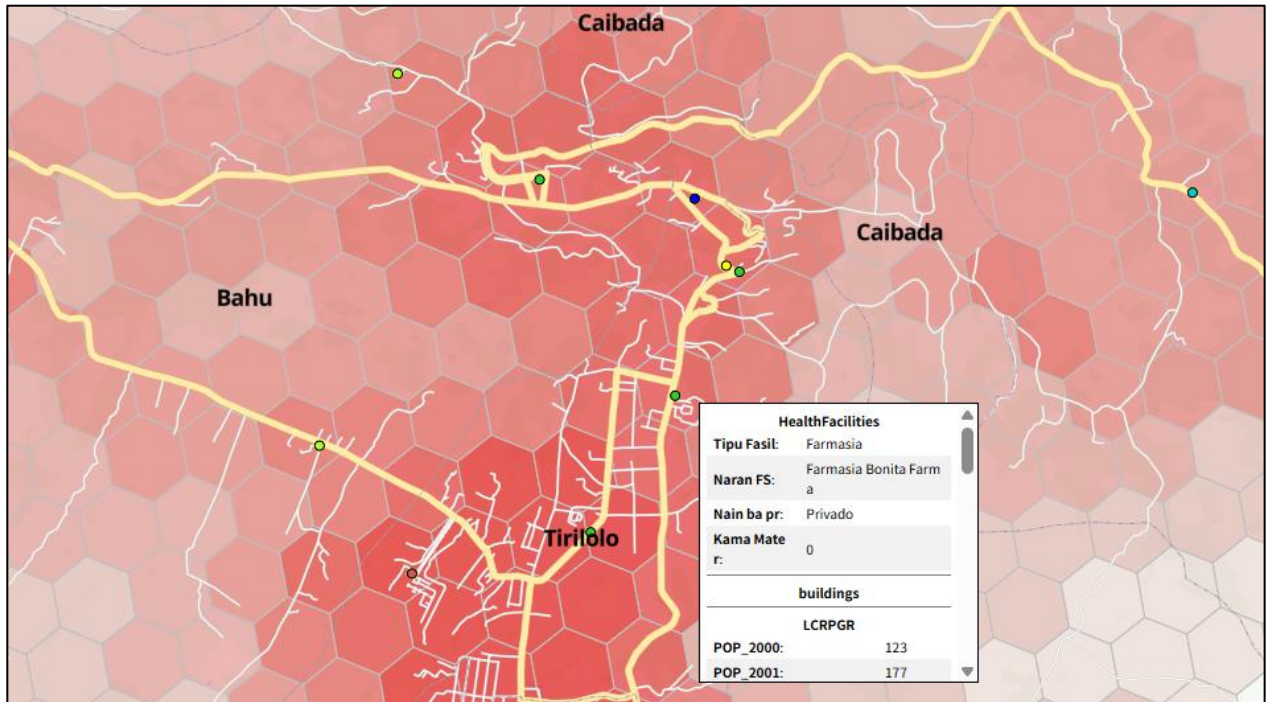


図 3.5 人口分布と医療機関

3.2.1.3. ウェブ地図の内部評価

ウェブ地図について、性能及び有用性の内部評価を実施した。以下に、評価で明らかになった主なポイントと改善課題を示す。

① 評価

内部評価において特に注目されたポイントは以下のとおりである：

- ・ データの視覚化

公共交通や土地利用の現状が直感的に理解できた。視覚的なデータ表示により、現状の把握や検討が容易になり、今後の議論の基盤として活用できることが確認できた。

- ・ インタラクティブ性

地図の操作性は高く、視覚的に分かりやすいデザインとなっている。ユーザは必要な情報を迅速に取得できることが確認できた。

② 改善課題

内部評価の結果、下記の点について今後の対応方針の明確化と技術的検討が必要であることが明らかになった。：

- ・ レイヤーの順序や配色の設計について

レイヤーの順序や配色は、表示対象や利用目的によって適切な設定が異なる。

なお、利用目的ごとに最適な表示を可能とするためには、カスタマイズや柔軟な調整機能の導入が一案となる。しかし、このような多機能・高柔軟性型の設計はシステム全体の複雑化を招きやすい。一方、表示機能やユーザ操作をシンプルに限定する設計とすることで、操作性が向上し、利用者への負荷を軽減できる反面、用途の多様性や細やかなニーズ対応の面で制約が生じる。

したがって、今後の設計方針としては、想定する利用目的や運用体制に応じて、「多機能・高柔軟性型」と「シンプル・高操作性型」のバランスを意識した仕様策定と技術選択が求められる。

3.2.2. タイ

3.2.2.1. ウェブ地図作成の狙い

バンコクはタイ王国の首都であるとともに、その周辺地域を含め世界的な大都市圏を形成していることから、都市をテーマとする SDG11 に関する地理空間情報の戦略的使用について検討を行う対象として選定した。

① 公共交通へのアクセス

SDGs のターゲット 11.2 は、全ての人々が安全かつ安価で容易に利用できる持続可能な輸送システムへのアクセスを提供することを目標としており、その指標として「グローバル指標 11.2.1 公共交通機関へ容易にアクセスできる人口の割合（性別、年齢、障害者別）」を掲げている。

バンコクでは公共交通へのアクセスに関し、

A. 軌道系公共交通機関の整備と沿線での土地開発が連携していない（道路へのアクセスを軸に土地開発が進展）。

B. 鉄道やバス、あるいは他の交通モードとの結節性の悪さ（また、道路へのアクセスを重視したため、徒歩による駅へのアクセスは不便）。

C. バス路線が鉄道駅からさらに細かい地域をカバーするのではなく、鉄道とバス路線が並行して走っており、バス路線と鉄道網の整合性がとれていない。

などの課題が指摘されている^{16 17}。

このため、鉄道駅、バス停の位置及び人口分布に関するオープンデータを使用して、鉄道、バスへのアクセスの容易さを示すウェブ地図を作成し、バンコクの都市計画や交通計画担当者にこれらの課題を含めた議論の呼び起こすきっかけとすることを狙いとする。

② 持続可能な都市化

SDGs のターゲット 11.3 は、包摂的かつ持続可能な都市化を促進することとしており、グローバル指標の 1 つは土地利用率（都市化の割合）と人口増加率の比率（LCRPGR）である。この指標は人口

16 福田敦. バンコクの軌道系公共交通機関沿線における土地開発の実態～限界と可能性～. IBS Annual Report 研究活動報告, 2017. <https://www.ibs.or.jp/wp-content/uploads/2017/06/s2017-4-2.pdf>

17 ～バンコクにおける鉄道・バスの結節機能に関する現状と今後の動向～. 第 149 回運輸政策コロキウム バンコクレポート ～スタートアップシリーズその 4～, 2022. <https://www.jttri.or.jp/events/2022/collo220210.html>

の増加と都市の広がりとのバランスが取れているかを示すという一面を有しており¹⁸、LCRPGR をメッシュ単位で示すウェブ地図を作成し、都市計画やインフラ整備計画担当者に持続的な都市化に関する議論を呼び起こすことを狙いとする。

③ 衛星画像の活用

タイ・バンコクには国連アジア太平洋経済社会委員会（ESCAP）をはじめ国連のアジア太平洋地域事務所などが所在している。その中には、国連人道問題調整事務所（OCHA）の人道データセンターの駐在員や国連訓練調査研究所衛星センター（UNITAR-UNOSAT）など地理空間情報を扱う機関も存在する。このため、CN 技術を盛り込んだウェブ地図を紹介し、同技術の普及に向けた議論を呼び起こすことを狙いとする。

④ 土地区画情報

タイ政府におけるオープンデータの中に、一部地域の土地区画データが含まれている。土地区画データは都市の開発に関係することから、関係のタイ国政府機関に対し、CN 技術を盛り込んだウェブ地図を紹介し、同技術の普及に向けた議論を呼び起こすことを狙いとする。

3.2.2.2. 作成したウェブ地図¹⁹

① 3.2.2.1.①に対応するウェブ地図

a. 人口の地理的分布と公共交通（駅・バス停）へのアクセス

ウェブ地図の機能は図 3.6 のとおりである。

ウェブ地図「公共交通機関へのアクセスが便利な人口分布」の機能

立ち上げ時:
人口密度(赤)、鉄道(黒)、鉄道駅(青)

拡大時:
さらに、バス停(緑)、人口値(青)表示
鉄道駅にマウスを乗せると、最近隣のバス停を赤で表示。クリックすると、そのバス停を通るバス路線を水色で表示

図 3.6 作成したウェブ地図（案）の機能

18 指標 11.3.1. 外務省 JAPAN SDGs Action Platform のグローバル指標の作成手法（日本語）[https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/statistics/data/11/Indicator11.3.1\(metadata\)_jp.pdf](https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/statistics/data/11/Indicator11.3.1(metadata)_jp.pdf)

19 ウェブ地図に使用したデータ及びその出所は本章末の参考文献に示す。

46

(3.2.2.2 で示すウェブ地図は、当面 <https://hiro-maruyama.github.io/jpro/su-bangkok/index-menu.html> より閲覧が可能。(2026年2月19日現在))

b. 人口の地理的分布と公共交通へのアクセスに関する 3D マップ

ウェブ地図は図 3.7 に示すとおりであり、以下のような機能を有している。

立ち上げ時に、1km メッシュの人口密度 (赤の濃度)、鉄道路線、鉄道駅、各メッシュ中心点から最寄りの鉄道駅までの距離を高さとして 3D 表示。バス停まで含めた最寄り駅・バス停までの距離の 3D 表示や人口密度の透明度、鉄道路線、鉄道駅、バス停の表示・非表示の切り替えができる。

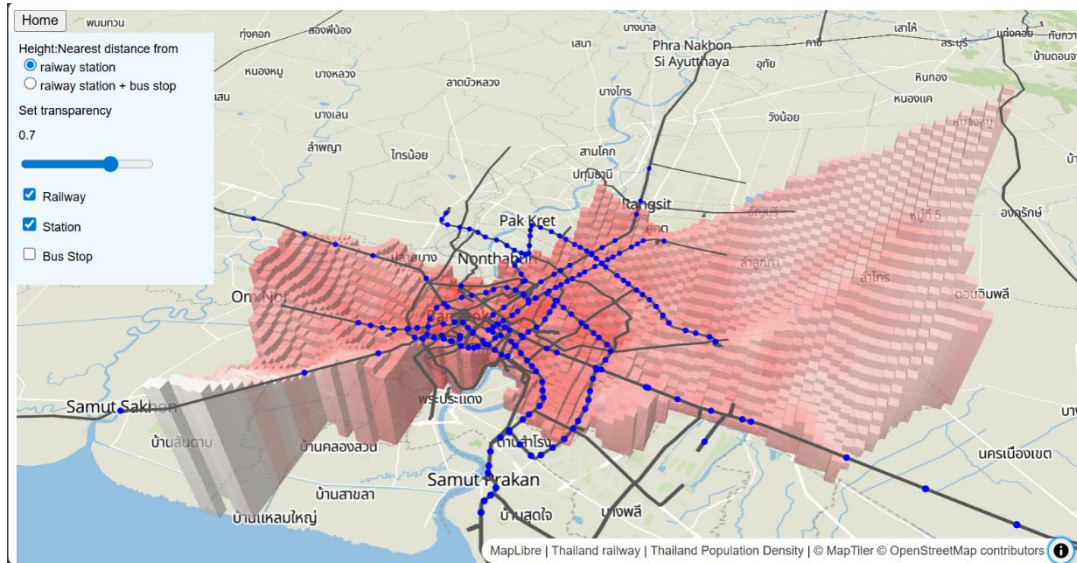


図 3.7 3D ウェブ地図

② 人口増加率 (PGR) と土地利用率 (LCR) の比率

ウェブ地図は図 3.8 に示すとおりである (凡例は別途作成)。

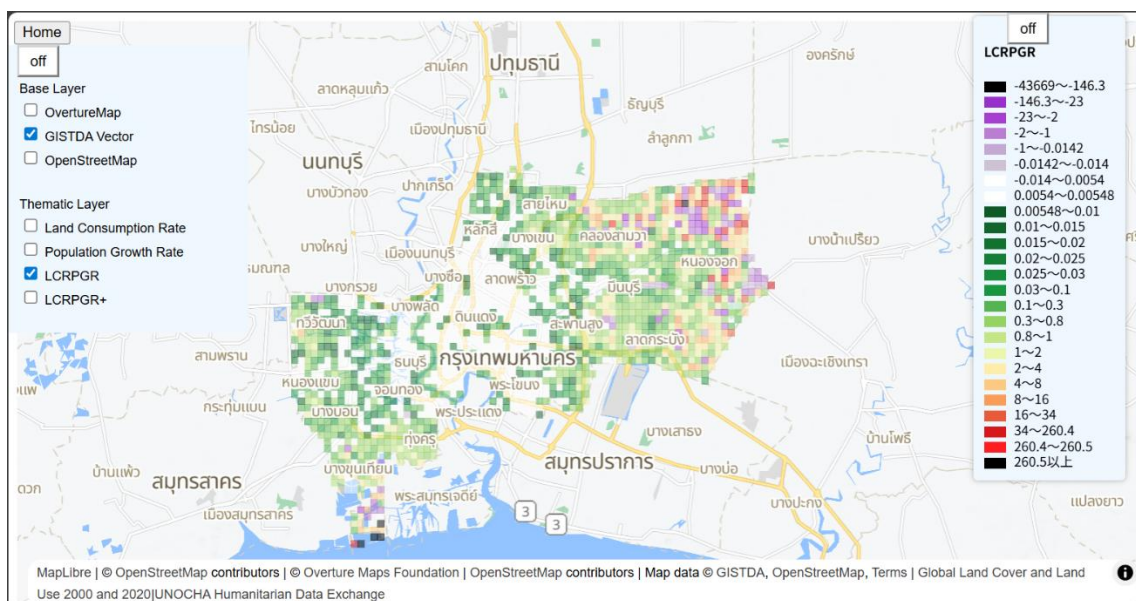


図 3.8 LCRPGR (土地利用率と人口増加率の比率) のウェブ地図

使用したデータに基づく LCR は 0 または正の値であったので、特定のメッシュに対する LCRPGR の正負は PGR の正負と同値である。これを踏まえて、LCRPGR の値に基づく配色は以下をベースとして行った。

・ LCRPGR < 0

都市的土地利用率は増加しているが、人口が減少している。荒廃化が進んでいると解釈し、紫系で配色。

・ LCR=0

全メッシュの約 31%に相当。白に配色。バンコク中心部に多く見られることから、都市化が飽和状態に達しているものと考えられる

人口の増減 (PGR の値で判断) により、高層化 (もしくはスラム化) が進んでいるか、荒廃化が進んでいるかの判断ができる可能性がある。

・ $0 < \text{LCRPGR} < 1$

人口の増加に比べ、都市化の進行が少ないので、バランスの取れた開発が行われていると考え緑系で配色。

このカテゴリに入るメッシュが約 50%を占めており、ウェブ地図は全般的に緑がかった。

・ LCRPGR > 1

人口の増加に比べ、都市化の進行が早く、持続可能ではない開発が進行している可能性も考えられるので赤系に配色。

図 3.8 において白色のメッシュ (LCR=0) が全体の 31%に相当するので、この部分を PGR の値により分類した結果を図 3.8 に加えたものが図 3.9 である。

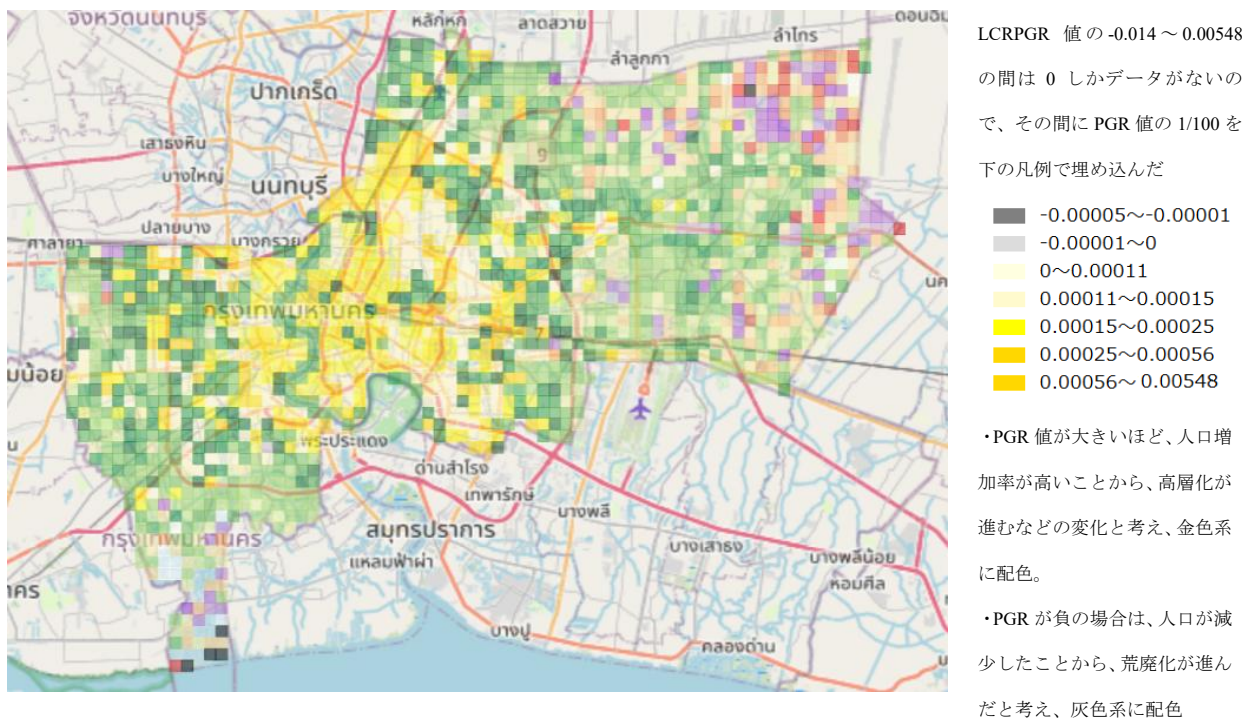


図 3.9 LCR=0 のメッシュの再分類を加味した LCRPGR マップ

③ オルソ (UAV、衛星画像) ビューア

ウェブ地図は図 3.10 に示すとおり、OpenStreetMap を背景に Cloud Optimized Geotiff (COG) 形式で公開されている衛星画像や UAV 画像を表示するビューアである。バンコクの画像データ以外にも画面上部の白部に COG データの URL を入力すれば当該画像が表示される。

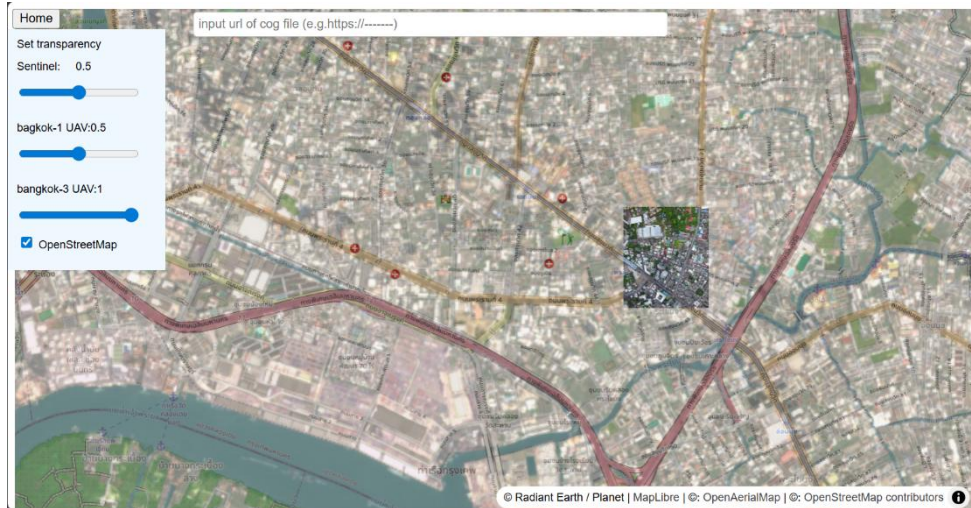
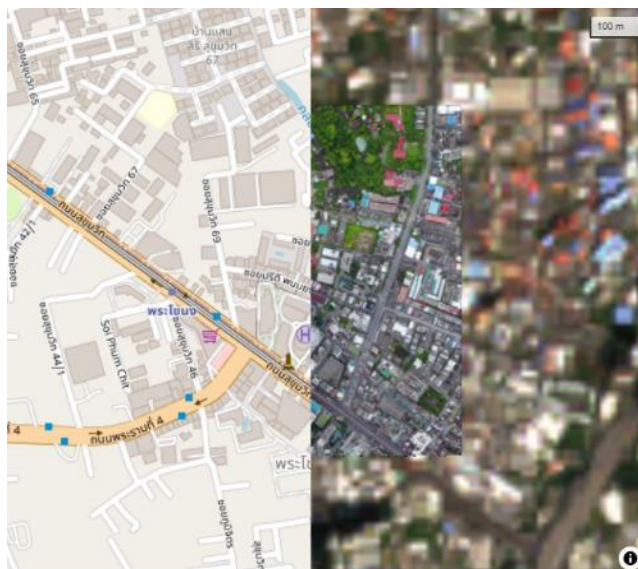


図 3.10 オルソ (UAV・衛星画像) ビューア

UAV 画像は拡大した時のみ表示する (図 3.11)。



- ・ 図右側中央
UAV 画像 (解像度 32cm)
- ・ 図右側周辺
Sentinel 2 号画像 (解像度 10m)
- ・ 図左側
OSM

画像表示・非表示でのスクリーンショットを合成

図 3.11 UAV 画像、衛星画像 (Sentinel 2 号) と背景の OSM

衛星画像は、天候にも左右されるが、タイに限らずほぼ全世界の画像をタイムリーに取得できる。一例として、図 3.12 に 2025 年 3 月 28 日にミャンマー中部で発生した大地震の震央付近における発生前後の画像を示す。

また、異なる解像度 (衛星画像 (31cm)、UAV 画像 (15cm)) のオープンデータが存在する事例として、図 3.13 にバヌアツの首都ポートビラの画像を示す。



図上：2025年3月30日撮影の sentinel 2 号画像
（ウェブ地図表示画面のスクリーンショット）

図下：図上の赤丸付近の地震前後の画像を東側に 90 度回転して並べた。

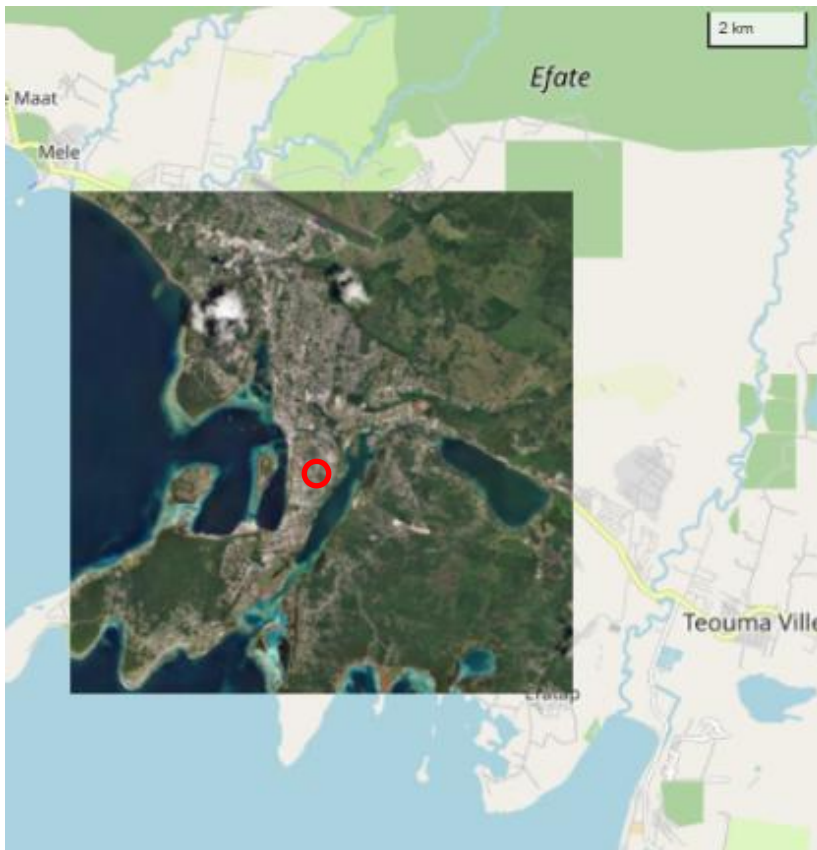
図左側が 3 月 25 日撮影（地震前）

図右側が 3 月 30 日撮影（地震後）

実体視すると中央部に段差が確認できる。これは地震を起こした断層が南北方向に横ずれしたためと考えられる。この図では、上部が地震により右方向にずれている。



図 3.12 2025年3月28日にミャンマーで発生した大地震前後の Sentinel 2 号画像



図上: WorldView2 画像
(解像度 31cm)のウェブ
地図表示のスクリー
ンショット

図下: 図上の赤丸付近
を拡大した表示のス
クリーンショット
(WorldView2 画像)
黄色枠内は UAV 画像
(解像度 15cm)



図 3.13 バヌアツの衛星画像と UAV 画像

④ 土地区画情報

ウェブ地図は図 3.14 に示すとおり、バンコクに隣接するノンタブリ県の一部地区の土地区画情報を背景地図上に重ね合わせた地図である。背景地図は、GISTDA ベクトルタイルと OpenStreetMap のラスタータイルの切り替えができる。また、拡大すると土地区画の番号を表示する。

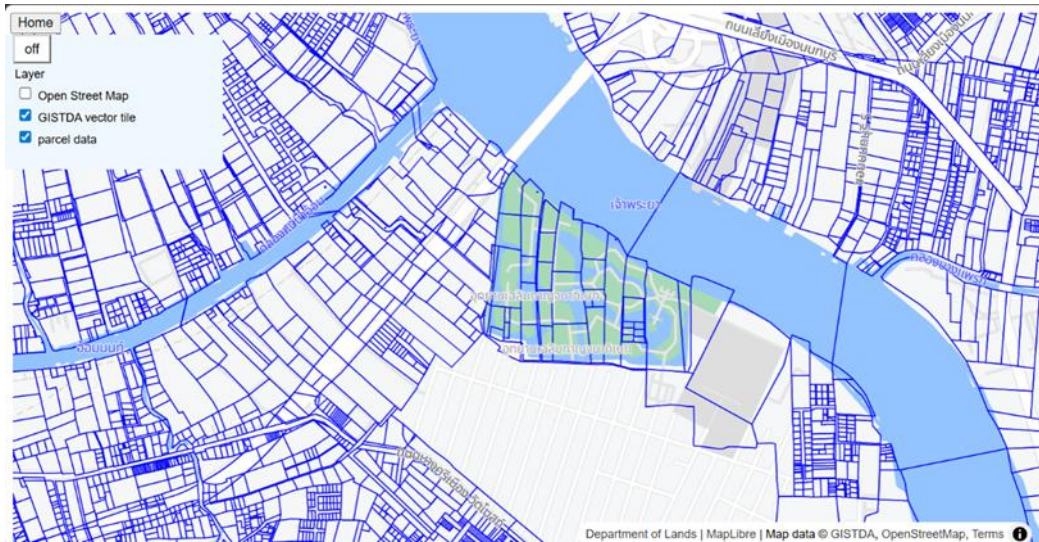


図 3.14 基盤地図に土地区画情報を重ね合わせ

なお、上に挙げた 5 つのウェブ地図に容易にアクセスできるよう図 3.15 に示すメニューを作成した（当面 <https://hiro-maruyama.github.io/jpro/su-bangkok/index-menu.html> で閲覧可能（2026 年 2 月 19 日現在））

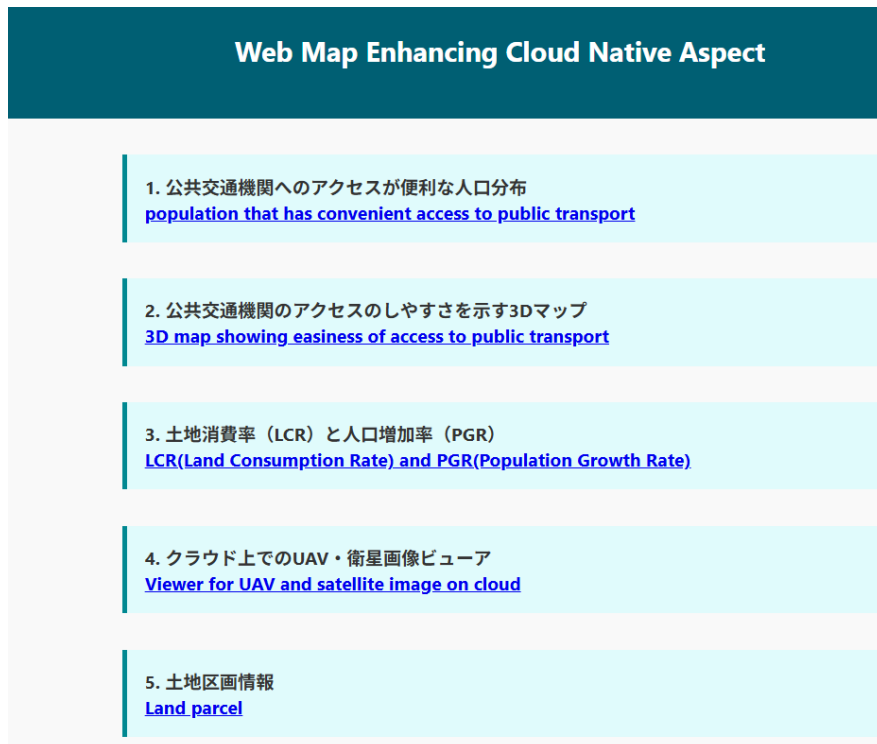


図 3.15 ウェブ地図のメニュー

3.2.2.3. ウェブ地図の内部評価

3.2.2.1.で示したウェブ地図の狙いについては、それらがどの程度実現されそうかという観点から、以下のように考えている。

① 公共交通へのアクセスに関するウェブ地図

3.2.2.1.で挙げた公共交通へのアクセスに関する3つの課題(A,B,C)については、3.2.2.2.①のウェブ地図から、「人口が比較的多いところでもバス路線がないところがある」などの課題を読み取ることができる。都市交通や公共交通の専門家がこの地図から何を読み取るかを注目したい。

② 持続可能な都市化

LCRPRG ウェブ地図に示された差異が実際の都市化の状況とどのように対応するか、しないのか等について他の資料や有識者の意見等を踏まえ検討する必要があるものと考えられる。

③ 衛星画像の活用

解像度10mのSentinel2号のオルソ画像は、撮影後迅速にオープンデータとして公開されることから、すぐにウェブ地図化することができ、近年急速に普及しているUAV画像と合わせて災害時などの現状把握や経年変化の把握などに有効に活用される可能性がある。

今回のウェブ地図は、クラウド上にあるCOG形式の画像を表示するため、ダウンロードする前にどのような画像であるかを確認でき、深い解析に活用できる画像のみをダウンロードできるという利点がある。

④ 土地区画情報

本ウェブ地図で背景地図として利用したOpenStreetMapとGISTDAベクトルタイルでは、土地区画が細かく分かれているところに家屋が見当たらないケースが顕著である。土地区画情報は一般市民にも関心のある情報であり、自分の土地の周辺がどのような状況であるかを確認する上で基盤地図の重要性が確認できる例である。

3.3. UN-Habitatによる評価

SDG11関連の指標の数値化に関しても、「戦略的使用」の適用でSDGsの専門家に対して新たなアプローチを提供できる可能性があると考えられる。そこで、本研究で試作したディリ(東ティモール)及びバンコク(タイ)のウェブ地図に対する意見を得るため、SDG11関連の活動に深く関与している国際連合人間居住計画(UN-Habitat、国連ハビタット)アジア太平洋地域本部(福岡市)の担当官と意見交換を行った²⁰。1.3節【課題1】(2)で述べたように、2023年に国連自身が行ったSDGsに関する課題の達成度調査において、SDG11は他の項目に比べ「データ不十分(Insufficient data)」の割合が突出しており、最もモニタリングが不十分な状態とされている。そこで本研究の内容の一部を紹介することを通じて、UN-Habitatの活動に寄与する可能性があるか、また逆にUN-Habitatの活動の中から、特にSDG11に関する開発協力プロジェクトの展開に関する有益な示唆が得られるのではないかと考えたためである。意見交換の中では、「人口増加率(PGR)と土地利用率(LCR)の比率」(SDGターゲット11.3関連指標)を含むSDGsそれぞれの指標が都市の課題解決にどのように役立っている

20 UN-Habitat 福岡本部でのSDGs指標の担当官に対し、2026年1月22日(木)にオンライン面談方式にて意見聴取した。

かを聞き取りつつ、今回試作したウェブ地図の一部を実際に紹介することにより、UN-Habitat の関心事項に対して貢献できる可能性について、発注者も同席して確認した。

1. 地理空間情報の SDG11 における重要性

UN-Habitat は、①SDG11 のグローバル進捗モニタリング、②指標 (Indicators) の技術的整理、③各国政府・自治体へのガイドライン提示などを担っており、SDG11 を「理念」から「都市現場の実装」へと落とし込むための中核機関として位置づけられている。UN-Habitat 本部 (ナイロビ) にはデータセクションがあり、日本 (北九州) での SDGs レビューや、米国 (ニューヨーク) でのハイレベル政治フォーラム (HLPF) の実践でも連携している。以前 SDG11 はデータ不足が課題とされていたが、現在は技術革新によって Geospatial Urban Indicators として測定可能になっている。そのような背景を踏まえると、今回紹介のあったような形で、様々な場面でデータ活用が行われることは非常に重要である。

2. 指標 11.2 公共交通アクセス率の地図に関する議論

交通と土地被覆のデータを組み合わせて分析するアプローチは有用である。東ティモールのデータからは、ディリの交通がマイクロレット (ミニバス) 主導であることを裏付けている。さらに、紹介されたウェブ地図では無秩序なスプロール現象の存在も示唆しており、マイクロレットの動線に基づいた分析は有効であると考えられる。また、大気汚染と健康に関わるデータを組み合わせた分析から、非効率な交通システムが大気汚染を引き起こし、それが呼吸器疾患などの健康被害に繋がるという因果関係を潜在的に示唆する可能性があることは、都市計画において非常に重要な視点である。

3. 指標 11.3 計画的都市成長の地図に関する議論

包括的な政策の議論や効果の検証も重要だが、具体的な課題解決のためには、どこでどのような問題が発生しているかという「ホットスポット」の特定が不可欠である。開発の優先順位付けや分散した課題の焦点を絞るためには、ホットスポットを検出する機能の必要性は高い。SDG ターゲット 11.3 の関連指標である「人口増加率 (PGR) と土地利用率 (LCR) の比率」を可視化する手法として、地図上に示すことは有益である。今回紹介されたウェブ地図は試作品のため、統計的アルゴリズムによるホットスポットの自動的な検出や、データ間の相関の自動的な算出といった機能は実装されていなかったが、都市化と居住の問題に取り組む専門家の視点からはこのような機能のニーズが存在する。

4. UN と JICA との協働

JICA との連携・コラボレーションは引き続き歓迎するものである。既にパキスタンでは新たな機会が予定されている。また、タイのバンコクにある UN-Habitat の事務所と JICA タイ事務所とは良好な関係にあり、4 年後のニューアーバンアジェンダレポートに向けたデータ提供等で貢献できる可能性がある。さらに、マレーシアには UN-Habitat の地域サポートセンターが存在する。データ単体ではなく、今回のウェブ地図のようなエビデンスに基づいたツールがあれば、実際の都市支援に活用したい。

3.4. 参加型・課題オリエンテッド協力への転換

従来、社会基盤分野における地理空間情報協力は、主に実施機関による管理や一方向的な情報提供

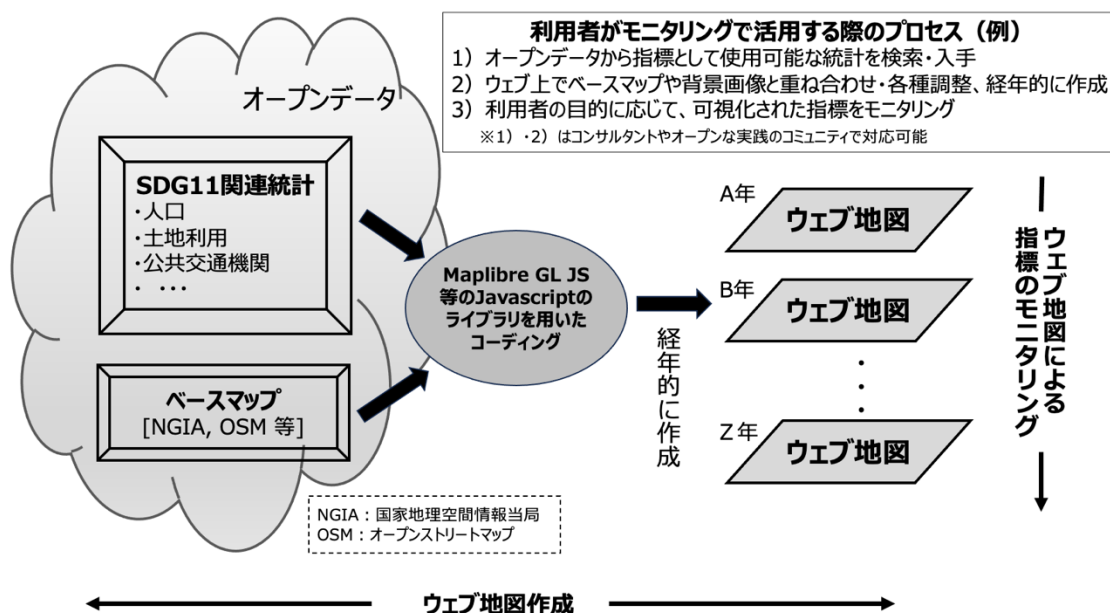


図 3.16 ウェブ地図の活用プロセスの例

が中心であり、データ運用の柔軟性や現場課題への対応、多様な関係者の実質的な参画について十分に実施できていなかった。このため、政策立案や住民合意形成の場でも地理空間情報の活用が限定的となる課題が存在していた。

本研究では、「政策担当者や住民がシームレスに現状把握や課題共有に参加できる仕組み」の構築を目指し、地理空間インディケータ（例：LCRPGR など）や各種課題の可視化指標を取り入れたウェブ地図の開発・活用を進めた。この取組により、地域固有の課題を“見える化”し、関係者が客観的な情報を共有できる基盤の整備が実現した。

ウェブ地図というツールの導入によって、従来よりも多様な関係者が課題抽出や合意形成のプロセスに参加しやすい環境が整いつつある。例えば、本章で試行した SDG11 関連のモニタリングを行う場合、ウェブ地図の戦略的使用の典型的なプロセスを図 3.16 に示す。政策担当者や住民が現場の声や実感を反映可能とする土台が築かれ、社会基盤分野の地理空間情報の面での協力は、供給主導・限定活用から、課題オリエンテッドかつ DX を活用した“参加型の社会基盤強化”へと進化している。

一方で、基盤的な地図だけでは SDGs の達成をはじめとする社会的な課題への貢献は困難であり、課題に応じたさまざまな主題データの選定や地図表示上の考え方など地図に関する英知の結集が必要である。

例えば、LCRPGR などの地理空間インディケータの算出も、こうした指標を有効に活用するためには、それ自体の価値や意義をわかりやすく伝え、実際の課題解決にどのように結び付けるかを提案することが課題となる。そのためには、地理空間情報技術者だけではなく、多様な分野の関係者や現場のステークホルダーと連携し、課題ごとに必要な知見やリソースを共有しながら、総合的なソリューションを構築していくことが求められる。

地理空間情報関連技術と他分野の専門性を連携させることで、課題オリエンテッドな協力体制の充実と、SDGs やさまざまな課題について、より実効的な解決に向けた取組の推進が図られる。

参考文献

3.2.1.2. (東ティモール) 作成したウェブ地図

- OpenStreetMap①: <https://tile.openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.png> よりラスタタイルを利用
- OpenStreetMap②: <https://tile.openstreetmap.jp/styles/osm-bright-ja/style.json> よりスタイルファイルを利用
- OpenStreetMap③: <https://download.geofabrik.de/asia/east-timor.html> より mbtiles をダウンロード
- バス停/フェリー乗り場: <https://overpass-turbo.eu/> よりダウンロード
- MicroletRoute: <https://dilimicroletroutes.github.io/> よりダウンロード
- 人口データ①: <https://hub.worldpop.org/geodata/listing?id=64> よりダウンロード
- 人口データ②: <https://inetl-ip.gov.tl/2023/05/18/table-main-report-timor-leste-population-and-housing-census-2022/> を利用
- 行政界データ: <https://inetl-ip.gov.tl/> よりダウンロード
- 土地被覆データ: <https://zenodo.org/records/8239305> よりダウンロード
- PM2.5 データ: <https://sites.wustl.edu/acag/datasets/surface-pm2-5/> よりダウンロード
- 保健施設: <https://inetl-ip.gov.tl/> よりダウンロード

3.2.2.2. (タイ) 作成したウェブ地図

1. 人口の地理的分布と公共交通 (駅・バス停) へのアクセス

- OpenStreetMap: <https://tile.openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.png> によりラスタタイルを利用
- 人口密度: [tha_pd_2020_1km_UNadj_ASCII_XYZ.zip](https://data.humdata.org/dataset/worldpop-population-density-for-thailand) 及び [tha_pd_2016_1km_UNadj_ASCII_XYZ.zip](https://data.humdata.org/dataset/worldpop-population-density-for-thailand) を <https://data.humdata.org/dataset/worldpop-population-density-for-thailand> よりダウンロード
- 鉄道: [hotosm_tha_railways_lines_geojson.zip](https://data.humdata.org/dataset/hotosm_tha_railways) を https://data.humdata.org/dataset/hotosm_tha_railways よりダウンロード
<https://overpass-turbo.eu/> からもダウンロード
- 鉄道駅: [hotosm_tha_railways_points_geojson.zip](https://data.humdata.org/dataset/hotosm_tha_railways) を https://data.humdata.org/dataset/hotosm_tha_railways よりダウンロード
- バス路線: <https://overpass-turbo.eu/> よりダウンロード
- バス停: <https://overpass-turbo.eu/> よりダウンロード

2. 人口の地理的分布と公共交通へのアクセスに関する 3D マップ

- OpenStreetMap、人口密度 (2020 年)、鉄道路線、鉄道駅を使用した。出所はすべて 1. と同じ

3. 人口増加率 (PGR) と土地利用率 (LCR) の比率に関するウェブ地図

- 土地被覆: メリーランド大学のサイト <https://storage.googleapis.com/earthenginepartners-hansen/GLCLU2000-2020/v2/download.html> より、バンコクを含む 2015 年(20N_100E_2015.tif)及び 2020 年(20N_100E_2020.tif)のデータをダウンロード
- 人口: UNOCHA Humanitarian Data Exchange <https://data.humdata.org/dataset/worldpop-population-density-for-thailand> より 2016 年 ([tha_pd_2016_1km_UNadj_ASCII_XYZ.zip](https://data.humdata.org/dataset/worldpop-population-density-for-thailand)) 及び 2020 年

(tha_pd_2020_1km_UNadj_ASCII_XYZ.zip)のデータをダウンロード

4. オルソ (UAV・衛星画像) Viewer

- バンコク衛星画像 : S2B_47PPR_20250209_0_L2A (2025年2月9日撮影) の cog 形式 True color image を <https://registry.opendata.aws/sentinel-2-l2a-cogs/> よりダウンロード
- バンコク UAV 画像 : OpenAerialMap (<https://map.openaerialmap.org/>) よりダウンロード
- バヌアツ衛星画像、UAV 画像 : OpenAerialMap (<https://map.openaerialmap.org/>) よりダウンロード
- ミャンマー衛星画像 : S2C_46QHK_20250325_0_L2A (2025年3月25日撮影) 及び S2B_47QKE_20250330_0_L2A (2025年3月30日撮影)の cog 形式 True color image を <https://registry.opendata.aws/sentinel-2-l2a-cogs/> よりダウンロード
- OpenStreetMap は 1. と同じ

5. 土地区画情報

- ノンタブリ県土地区画データ : <https://data.go.th/dataset/> よりダウンロード (2025年4月に実施。2025年9月現在、このサイトはアクセス不可となっている。)

4. 地理空間情報の戦略的使用の強化に向けた渡航対象国の調査結果の整理

DX が国家開発の基盤となる現代において、地理空間情報の役割は、単なる地図整備から「データ駆動型の課題解決を支える中核インフラ」へと進化している。JICA はこれまで、デジタル形式の地理空間情報の整備やその利活用を支援するため、標準化や国土空間データ基盤（National Spatial Data Infrastructure: NSDI）プラットフォームの構築を実施してきた。しかし、プロジェクト完了後の持続性、特に地理空間情報が社会の多様な担い手によって継続的に利用され、価値を生み出し続ける点に課題が残る事例がある。

本プロジェクト研究の目的の一つは、この課題認識に基づき、CN 技術を活用し、地理空間情報を特定のシステムに閉じることなく、ウェブ地図を通じてオープンに利用可能なデジタル公共財として提供するアプローチを検討することである。

本成果を渡航対象国に提示することにより、政府、学术界、民間、市民が一体となって自国の開発課題（例：SDG11 に関連する都市問題等）に取り組む「課題オリエンテッド」な協力の核となり得るか、そして、これらが地理空間情報の価値の発現を促せる新たな技プロのオプションとして相手国に受け入れられる可能性があるか協議・調査した。

4.1. 渡航調査の概要

4.1.1. 渡航調査の目的

渡航調査の目的は、将来のプロジェクト実施機関及びオープンな実践のコミュニティを巻き込むために必要な機関に対して、CN 技術の概要及び SDG11 に関する地理空間情報の戦略的使用を例示し、対象国の DX 戦略や個別課題とどう連携できるか、そして今後の協力において相手国のオーナーシップによる課題解決と価値創造にどう貢献できるかを関係者と共に議論をすることである。

4.1.2. 渡航調査対象国

本渡航調査は、東南アジア地域のうち、地理空間情報の整備・活用・公開状況、普及度や認知度、成熟度の異なる背景を持つ国として、開発段階が初期にある東ティモールと比較的成熟したタイを対象とした。

4.1.3. 渡航調査の方法

渡航調査に先立ち、関係機関の役割や責務、組織、地理空間情報の整備・活用・公開状況、地理空間情報の戦略的使用における課題について机上調査（ヒアリング調査を含む）を行い、現状を整理・分析した上で、各機関・組織の性格に応じた仮説を立てた。また、現地調査の効率性及び充実度を高めるため、現地渡航前にオンライン会議にて本プロジェクト研究の概要、渡航調査の目的、仮説の説明を行った。

現地調査では、地理空間情報に関する関係機関への個別インタビューを実施した。東ティモールに

においては、各政府機関及び学術機関の実務者レベルの職員が参加するワークショップを開催した。

4.1.4. 渡航調査対象とする機関・組織

地理空間情報の整備・活用にかかる政府機関のみならず、学術機関や地理空間情報を利用する国際機関や非政府組織（NGO）、地理空間情報を活用したソリューションを提供している民間企業、OpenStreetMap 地域コミュニティなどを調査対象機関・組織とした。

4.2. 東ティモール

4.2.1. 東ティモールにおける地理空間情報の概況

東ティモールの地理空間情報の整備・活用・公開状況は、発展途上にある。政府は、地理空間情報の整備に向けた基盤作りを進めているが、現状ではその普及度や認知度は低く、民間や地方自治体での活用は限られている。また、情報の質や精度にばらつきがあり、全般的な成熟度は低い。政府は国際支援を受けつつ、地理空間情報の活用推進に向けた努力を行っているが、さらなる整備と教育、普及活動が求められる。

一方で、地理空間情報を必要とする、もしくは活用が有効な事業分野は増加している。例えば、国際赤十字（Red-Cross）は、気候変動に伴う災害対応・減災のための活動プログラム²¹や住民への早期災害警報などに関するトレーニング²²を実施している。また、国家林業局は協同組合セクターにおけるデータ収集を改善し、協同組合事業をより発展させ、生産性と生計向上を図るための GIS の技術研修²³を実施している。これらのことから、インフラ分野以外の農業分野や災害現場でも利用可能な、可用性の高い地理空間情報の潜在的なニーズがあると考えられる。

4.2.2. 東ティモールのオンラインによるヒアリング調査

4.2.2.1. ヒアリング調査対象機関・組織

東ティモールの調査を開始するにあたり、現在実施中の技プロ「東ティモール国適切な土地管理のための地形図作成能力向上プロジェクト」のカウンターパート機関である国家地理情報センター（National Center for Geospatial Data: CNDG）と協議し、本プロジェクト研究の担当職員（Focal Point）の任命を依頼した。担当職員の任命後、担当者を通じて CNDG と連携を取りつつ、地理空間情報のポテンシャルユーザ機関とのインタビュー協議及び渡航業務関連の作業を遂行した。

担当者により東ティモールにおけるポテンシャルユーザ機関として表 4.1 の機関が選定され、各機関を対象にオンラインによるインタビュー協議を行った後、現地ワークショップの対象もこれらの機関を中心に準備を進めた。

21 防災・気候変動適応研修: <https://www.redcross.tl/cvttl-conducts-disaster-risk-reduction-and-climate-change-adaptation-training-for-teachers/>

22 早期警報システムと避難所の訓練: <https://www.redcross.tl/community-volunteers-trained-on-early-warning-system-and-safe-shelter-in-ermera/>

23 国家林業局協同組合セクターGIS 技術研修: https://id-tatoli-tl.translate.google.com/2025/04/01/sef-kenalkan-sig-dan-pemetaan-tingkatkan-pendataan-sektor-kooperasi/?x_tr_sl=auto&x_tr_tl=ja&x_tr_hl=ja&x_tr_pto=wapp

表 4.1 東ティモールにおけるポテンシャルユーザ機関の一覧

| 種別 | 対象機関・組織 | 組織の概要 |
|------|--|--|
| 政府機関 | Centro Nacional de Dados Geoespaciais (CNDG) | 計画・戦略的投資省 (MPIE) 傘下で地理空間情報、測地情報、基礎及びテーマ別の地図収集、整理、管理、制作、普及の責任を持つ部局。ただし、土地や財産の登記データ及び関連する地図は除外される。 |
| | Instituto Nacional De Estatística Timor-Leste (INETL) | 政策立案者、学生、研究者に対して、国の社会経済状況の発展に関する指標を整備・提供する。教育、性別、健康、住居、労働力、人口、貧困と不平等の7つの主要テーマに分類される。 |
| | National Directorate of Policy, Planning, Monitoring and Evaluation, Ministry of Agriculture (ALGIS) | 土地利用のモニタリング、農業気象、農業活動に関連する気候条件の監視を担当する。多岐にわたる項目の地理空間情報を GIS で管理し公開している。 |
| | National Directorate of Meteorology and Geophysics (DNMG) | 気象情報サービスと多危険早期警戒システム (MHEWS) の統合的な提供を目指し、気象データの生成と普及を強化することにより、気候変動や災害リスクへの対応能力を向上させることを目的とする機関。 |
| | National Development Agency | 国土開発に関するさまざまなプロジェクトを横断的に管理・調整する。 |
| | Institute of Geoscience Timor-Leste (IGTL) | 石油・鉱物省 (MPM) 傘下の研究機関。石油・ガスを含む鉱物資源発掘・探査のための地質学的研究・技術開発を実施する。 |
| | General Directorates of Road, Bridge, and flood Control, MoP | 公共事業省 (MoP) 傘下で、交通インフラ整備・維持、水害対策等を所轄する。 |
| | General Directorate of Housing and Urbanism, MoP | DNH (住宅部) と DNU (都市化部) で構成され、住宅整備、インフラ整備及び都市計画を所轄する。 |
| | General Directorate of Community Housing, MRDCH | 農村開発・地域住宅省 (MRDCH) 傘下で、住宅整備・地域環境改善を管轄する部局。 |
| | General Directorate of Land & Property- National Director of Geospatial Information, MoJ | 法務省 (MoJ) 傘下で、土地登記・地籍情報に関する地理空間情報を整備する。 |
| | Bee Timor-Leste E.P | 国民に対して清潔な水と改善された衛生サービスを提供することを目的とする機関。そのための政府の戦略を実施するための効率性と持続可能性を高める役割を担う。 |

出典: JICA 調査団作成

4.2.2.2. オンライン・ヒアリング調査のまとめ

東ティモールの政府機関における地理空間情報に関する情報のうち、インターネット上に公開されているものは限定的である。そのため、CNDG 担当者とともに上記ポテンシャルユーザ機関の担当者にオンラインでヒアリングを行った。本プロジェクト研究全体の概要を説明するとともに、現地でのワークショップ開催について趣旨を説明し、ワークショップへの参加と協力を申し入れた。

ヒアリングの対応者は、主に GIS や技術部門に所属する若手の技術者であった。多くの機関においてさまざまな業務に地理空間情報を活用しているが、ほとんどが内部利用であり、ウェブサイトによ

る公開はごく一部に限られている。将来的には公開して他機関や住民の利用に供するべきと考える担当者が多く、実際に計画を進めている機関もあったが、一方で、CNDGの施策や他機関の業務との連携が十分とられていないこと、担当者レベルでは公開の必要性を認識しつつも上位機関との調整が進まないこと、等の情報公開に向けた課題も明らかになった。

4.2.3. 東ティモールにおける現地調査

4.2.3.1. 現地業務の計画・準備

上記のオンライン・ヒアリング調査の結果を踏まえ、CNDGと協力しつつ現地での活動準備を進めた。現地では、関係機関相互での連携を深め、それぞれが整備・保有する地理空間情報を重ね合わせ可能な関係構築を提言することをコンセプトとしたワークショップの開催及び関係機関との訪問協議を計画した。計画時点でのワークショップ概要は以下のとおりである。

(1) 目的

各参加機関の代表者が、それぞれの発表や提示されたCN技術を用いたウェブ地図のプロトタイプを通じて議論を深め、各機関が取り組む課題に対して、CNDGの地図を含む地理空間情報を戦略的に活用することの可能性と有効性を理解する。

(2) 主要テーマ

- CN技術を用いた地理空間情報の公開・提供の利便性
- 地理空間情報活用の事例と効果
- 東ティモールにおけるSDGs達成を目指した地理空間情報の戦略的使用モデル
- 東ティモールにおける携帯型ウェブ地図サーバーを用いた地理空間情報提供の実証実験
- 各機関の情報を重ね合わせるための関係構築

(3) 参加対象者

- GISや地図作成に携わる実務者及び潜在的な地理空間情報利用組織の専門家（国・地方自治体、公共機関、その他）
- GIS及び関連分野の学術関係者や研究者
- 地理空間情報コミュニティのメンバー

4.2.3.2. 関係機関との訪問協議

東ティモールにおいて、地理空間情報のポテンシャルユーザ機関である下記2機関を訪問し、地理空間情報の活用状況、方針、支援ニーズ等に関してヒアリング協議を実施した。協議事項の概要は表4.2のとおりである。

表 4.2 東ティモール現地調査におけるヒアリング対象機関と協議概要

| 機関名 | 協議概要 |
|---------------------------|--|
| <p>統計局 (INETL)</p> | <p>○現状と課題</p> <ul style="list-style-type: none"> - 東ティモールの地理空間情報整備状況は初期段階であり、データ作成の標準化や共有政策・制度の整備が必要である。 - 行政界データ（特にサブ村・村レベル）は組織間で統一されておらず、INETLの国勢調査用データと他組織のデータが一致しない。国務省が統一データ作成を担当しているが、関係者間の利害対立でまだ合意に至っていない。 - 2014年に実施された2つの類似マッピングプロジェクト（財務省管轄と法務省管轄）が、同じ対象地域と類似の成果物を目指しながら大きく予算規模が異なり、安価なプロジェクトの成果物の方が同等かそれ以上の品質であったことが報告された。これは組織間の連携不足と重複作業の例として指摘された。 <p>○今後の方針・計画</p> <ul style="list-style-type: none"> - 小規模地域での土地被覆マッピングのパイロットプロジェクトが実施中である。 - 空間データ基盤（SDI）構築と法整備が国の発展に不可欠であり、ワークショップはその促進に重要と考えている。 <p>○ニーズ・要望</p> <ul style="list-style-type: none"> - 財政的・技術的資源が不足しており、JICAによる今後の技術的及び資金面での支援を期待している。 |
| <p>住宅・都市化局 (DGHU)</p> | <p>○現状と課題</p> <ul style="list-style-type: none"> - インドネシアのオープンソース・プラットフォームである「Circlegeo」ポータルを保有しているが、法規制の不足や技術的問題（インターネット環境の制約など）により、ウェブ地図公開や一般公開ができていない。 - 住宅局は「住宅」及び「文化遺産」データ、都市化局はPlanet衛星画像やドローン測量、トータルステーションから作成した「緑地」データを保有しているが、技術的・財政的制約で定期更新が困難である。 - ドローンによる飛行許可取得も難しく、ディリ空港周辺の測量に課題がある。 - OSMを主なベースマップとして使用しているが、詳細度や正確性、更新頻度に満足していない。OSMの更新は主に東ティモール赤十字が担当していたが、プロジェクト終了後は情報更新が不十分である。 - 高解像度の衛星画像やドローンデータ、詳細で正確な地図データの入手が必要だが、他組織（赤十字、CNDG）からのデータ共有やDGHUからのニーズへの対応がされず、また自組織単独でのデータ整備は困難な状況である。 <p>○今後の方針・計画</p> <ul style="list-style-type: none"> - 都市化局内にGISユニットがあり、建物や土地被覆・土地利用の定期更新を計画中である。JICAプロジェクトでCNDGが作成する基盤地図データは高品質であり、データの共有が大変有益と考えている。 - 既存の「住宅」データとCNDGの基盤データを統合・調和させる技術的ノウハウが不足しているため、JICAやCNDGからの協力、技術支援、職員研修を要望したい。また、CNDGに対してGNSS測量やCORSデータ活用に関する研修を要請しており、早期の対応を期待している。 <p>○ニーズ・要望</p> <ul style="list-style-type: none"> - JICAとCNDGの今回の取組を契機に、より緊密な連携とデータ共有を進め、東ティモールにおける地理空間情報の有効活用を図りたい。 |

出典: JICA 調査団作成

4.2.3.3. ワークショップの実施概要

2025年6月26日に、ディリ市内において、ワークショップ「Workshop on Strategic Use of Geospatial Information in Timor-Leste」を開催した。CNDGが主催者となり、会場準備、関係機関への周知・招待、当日の運営などをJICA調査団とともに実施した。ワークショップの概要は表4.3のとおりである。本ワークショップには、招待した18機関からの参加者を中心に計73名（内、CNDG：18名、JICA：5名）の参加があった。参加者の所属機関一覧を表4.4に示す。

表 4.3 東ティモール地理空間情報の戦略的使用に関するワークショップの実施概要

| 項目 | 内容 | | |
|---------------|--|--|--------------------------------------|
| 名前 | Workshop on Strategic Use of Geospatial Information Focusing on achieving the SDGs in Timor-Leste | | |
| 日時 | 2025年6月26日（木） 8:30 - 13:00 | | |
| 会場 | Luz Clarita Hotel, Dili, Timor-Leste | | |
| 主催 | CNDG | | |
| 参加者数 | 73名（内、CNDG：18名、JICA：5名） | | |
| プログラム | 8:30 - 9:20 | Registration | |
| | 9:20 - 9:30 | Opening prayer | All (led by Mrs. Joanina) |
| | 9:30 - 9:35 | Opening remarks | DGOT (Mr. Roger) |
| | 9:35 - 9:40 | Souvenir presentation to JICA and guest speaker | DGOT (Mr. Roger) and CNDG officials |
| | 9:40 - 9:45 | Photo session | |
| | 9:45 - 9:50 | Speech by JICA representative | JICA Timor-Leste Office (Mr. Kikawa) |
| | 9:50 - 10:05 | Tea/coffee break | |
| | 10:05 - 10:25 | Outline of National Mapping Projects and Future Plans | CNDG (Mr. Dinis) |
| | 10:25 - 10:45 | Keynote Lecture on Strategic Utilization of Geospatial Information | JICA Senior Advisor (Mr. Fujimura) |
| | 10:45 - 11:05 | Guest lecture on activities of INETL | INETL (Mr. Gusmao) |
| | 11:05 - 11:25 | Demonstration of GI use cases | JICA experts (Mr. Urabe, Mr. Lamsal) |
| | 11:25 - 12:10 | Group Discussion using Prototype UI | All |
| | 12:10 - 12:25 | Group Discussion Report | All groups |
| | 12:25 - 12:30 | Closing remarks | Director CNDG (Ms. Febriana) |
| | 12:30 - 12:35 | Closing prayer | All (led by Ms. Joanina) |
| 12:35 - 13:30 | Lunch | | |

出典: JICA 調査団作成

表 4.4 東ティモール地理空間情報の戦略的使用に関するワークショップ参加者所属機関

| | 機関名 | 和訳 |
|----|---|----------------|
| 1 | Ministério do Planeamento e Investimento Estratégico (MPIE) | 計画・戦略的投資省 |
| 2 | Direção Nacional Habitação (DNH) | 住宅・都市化局住宅部 |
| 3 | Direção Nacional Urbanização (DNU) | 住宅・都市化局都市化部 |
| 4 | Autoridade Desenvolvimento Nacional, Instituto Publico (ADN.I.P) | 国家開発機構 |
| 5 | Força Defesa Timor-Leste (F.FDTL) | 国防軍 |
| 6 | Agricultural Landuse Geographic Information System (ALGIS) | 農水省農地利用 GIS 部 |
| 7 | Ministério de Desenvolvimento Rural e Habitação Comunitária | 農村開発・コミュニティ住宅省 |
| 8 | Instituto do Geosien Timor-Leste (IGTL) | 地球科学研究所 |
| 9 | Direção Nacional de Plano Urbano (DNPU) | 都市計画局 |
| 10 | Murak Rai Timor, Empresa Publica (MRT,EP) | 鉱物資源公社 |
| 11 | Direção Nacional Meteorologia e Geofisica (DNMG) | 気象・地球物理局 |
| 12 | TIMOR GAP E.P. | 石油公社 |
| 13 | Radio e Televisão de Timor-Leste, Empresa Publica (RTTL,EP) | 公共ラジオ・テレビ局 |
| 14 | Universidade Nacional Timor Lorosa'e (UNTL) | 東ティモール国立大学 |
| 15 | Ministério das Obras Públicas (MOP) | 公共事業省 |
| 16 | Bee Timor-Leste Empresa Publica (BTL,EP) | 水資源公社 |
| 17 | Direção Nacional de Planeamentu, Pesquisa e Dezenvolvimento (DNPPD) | 国家計画・調査・開発局 |
| 18 | Centro Nacional de Dados Geoespaciais (CNDG) | 国家地理情報センター |

出典: JICA 調査団作成

4.2.3.4. ワークショップの実施内容

ワークショップでの各講演の発表内容を以下に示す。

(1) 地理空間情報整備に関する事業内容及び計画 (CNDG)

CNDG は、レーザ測量 (LiDAR) による都市地域の地形データや公共施設情報の整備、電子基準点の拡充とリアルタイム補正情報配信の実現、国土基本図の更新、データセンター整備などの事業を実施中、もしくは計画している。異なるプロジェクトで類似データを重複整備した事例があり、他機関のプロジェクトを含めて整備データの情報を共有し、重複投資を防ぐ必要がある。

(2) 地理空間情報の活用事例 (INETL)

東ティモールの政府機関の中で先進的に地理空間情報を整備公開している統計局 (INETL) に講演を依頼し、GIS 担当技術者から事業の概要が発表された。国勢調査の統計データのほか、住民生活やワクチン接種状況、医療施設など保健関連の情報を主に整備し公表している。

(3) 地理空間情報の戦略的使用の提言（JICA）

JICA 国際協力専門員から地理空間情報の戦略的使用についての基調講演を行った。オフィシャルなデータとオープンなデータに分けて考えるのではなく、双方を融合させ相互に補完することで有用性が高まること、日本の国土地理院によるオープンソースソフトウェアを使用したウェブ地図提供の事例、UN-GeoHub をはじめとするオープンなプラットフォームの活用などについて紹介と提言がなされた。

(4) 各種情報を重ね合わせたウェブ地図サイトのデモンストレーション（JICA）、グループディスカッション

JICA 調査団が事前に作成した、東ティモールで公開されている一部の政府機関の地理空間情報及びグローバルに整備・公開されている地理空間情報を使用したウェブ地図（3.2.1 節を参照）によるデモンストレーションを実施し、参加者をグループに分けてそのウェブ地図を実際に操作しながらディスカッションを行った。

デモンストレーションでは、法的なデータ共有の枠組みが未整備であり、インターネット接続や速度も課題となっている東ティモールの状況に対応する解決策として、CN 技術を活用したウェブ地図の有用性を説明した。今回のデモンストレーションは、同一の SSID 無線ネットワークを使用する同じ作業空間内のユーザがデータにアクセスできる構成で実施した。

デモンストレーションの後、参加者を数名ずつのグループに分け、実際にウェブ地図を操作しながら理解を深め、フィードバックや今後取り入れてほしい地理空間情報について意見交換を行った。合計 10 グループからフィードバックが寄せられ、そのうち 3 グループが参加者の前で意見を発表した。提出・発表された主な意見は以下のとおりである。

1. ウェブ地図は価値があり有益であるが、参加者はより包括的なウェブ地図を期待していた（より多くの地理空間情報レイヤー、地図上の凡例の明確化、属性テーブルに他のデータを追加するオプションなど）。さらに、ベクター、ラスター、CSV 形式でのエクスポート機能も望まれている。
2. 本ワークショップは実演とトレーニングを重視したもので非常に価値があるが、ワークショップの期間が短すぎた。参加者がウェブ地図により慣れ、詳細に議論し、深く学べるように、一日を通したワークショップであるべきだった。
3. 各機関における業務分野や提供サービスに基づき、ウェブ地図に組み込むべき地理空間情報レイヤーとして、以下の提案がなされた。
 - (a) 行政データ：自治体、ポスト行政区、村等の境界データ
 - (b) 交通データ：道路、橋、ルート（一方通行・双方向）
 - (c) 建物・施設データ：建物、医療施設、警察署、宗教・文化施設、観光地
 - (d) 水文データ：川、小川
 - (e) 地形・地質データ：DEM/LiDAR、地質情報
 - (f) 生態データ：土地利用／土地被覆、生態区域、保護区域、緑地、PM10
 - (g) 気候・気象データ：地表温度、降雨量、風速
 - (h) 災害・リスクデータ：災害リスク、地質リスク、洪水

4.2.3.5. ワークショップ参加者へのアンケート結果

ワークショップ会場においてオンラインフォームによるアンケートを実施し、地理空間情報の戦略的使用についての関心度や趣旨に対する理解度、デモンストレーションの満足度等ワークショップに対する評価とともに、各機関の地理空間情報関連の活動及び JICA に期待する支援等に関する回答を収集した。

このアンケート結果を分析した結果は以下のとおりである。

(1) 地理空間情報活用の現状

- ・ 多くの国・地方政府機関、公共機関、研究機関、NGO などが地理空間情報の作成やウェブ地図の開発に積極的に取り組んでいる。例として、INETL は医療健康施設や人口密度のウェブ地図を既に開発しており、地質学研究所や気象庁、農業省、公共事業省などもそれぞれの分野に適した地図データや情報を構築している。
- ・ 一部機関は既存のウェブ地図の拡充や新規作成を計画中であり、公共施設、行政区画、地質資源、災害リスク、農業適地など多様なコンテンツが計画されている。
- ・ OpenStreetMap (OSM) や CNDG の基盤地図など、既存のベースマップを活用している機関も多い。
- ・ 高解像度の衛星画像やドローン測量によるデータ取得も一部で行われているが、技術的・資金的制約がある。

(2) 現状の課題

i. 技術面・運用面

- ・ データの統一性・整合性の欠如
行政区画データを含め、機関間で使用する地図データの基準や座標系 (Datum) が統一されておらず、範囲や境界の差異が生じている。これによりデータの重ね合わせや統合が困難である。
- ・ データの更新・維持管理の難しさ
多くの機関がデータ更新やメンテナンスに課題を抱えている。技術者不足や予算不足、機器・ソフトウェアの限界などが要因である。
- ・ 技術能力の不足
GIS やウェブ地図作成、GNSS 測量、ドローン運用、データ解析に関する専門知識・技能の不足が指摘されている。特に、非専門家でも扱える簡易 GIS ツールのニーズがある。
- ・ インフラ・環境の制約
インターネット環境の不安定さや法的制約、ドローン飛行許可の取得困難など、運用面の制約も存在する。
- ・ データ共有の制度・ルールの未整備
組織間でのデータ共有の法的・管理的な枠組みが整っておらず、情報共有の促進に支障がある。

ii. 法制度・管理面

- ・ 多くの機関で、データ公開や共有に関する内部承認や規制が存在し、情報公開のハードル

が高い場合がある。

- ・ 組織間の利害関係や責任分担が明確でなく、統一的な地理空間情報基盤（SDI）構築に向けた協力体制が不十分である。

(3) JICA に期待する支援

i. 技術支援・能力強化

- ・ GIS、ウェブ地図作成、データ管理に関する職員研修・能力開発
初心者から専門家まで幅広いレベルに対応した研修プログラムの提供。特に、GIS ソフトウェア（ArcGIS、QGIS 等）、GNSS 測量、ドローン測量の実践的トレーニング。
- ・ データ統合・標準化支援
座標系やデータ仕様の統一、データ品質管理のための技術的ノウハウやガイドライン作成支援。
- ・ 運用支援
ウェブ地図公開システムの構築支援や、データ更新・維持のための効率的ワークフローの設計。
- ・ 最新技術の導入支援
高解像度衛星画像やドローン測量機器の利用促進、携帯型ウェブ地図サーバーなど先進技術の導入サポート。

ii. 制度的支援・連携促進

- ・ データ共有のための法制度・管理体制整備支援
データ公開・共有ルールの策定支援、組織間協力の促進を目的としたワークショップや調整会議の開催。
- ・ コミュニティ形成支援
関係機関やユーザコミュニティ（OSM など）との連携強化や情報交換の場づくり。

iii. その他

- ・ 長期的なフォローアップ体制の構築
単発の支援にとどまらず、継続的な技術支援とモニタリング、成果共有の仕組みづくり。

(4) フィードバックの総括

東ティモールでは、地理空間情報の活用が国家開発や災害管理、行政運営に不可欠であるとの認識が高まっており、多数の機関が自組織のニーズに応じたウェブ地図や GIS データの整備を進めている。

一方で、技術的能力不足やデータの非統一、制度の未整備など複数の課題が存在し、特にデータの標準化・共有体制の構築と人材育成が急務である。JICA はこれら課題に対し、技術研修、標準化支援、制度整備支援、最新技術の導入支援など多面的に関与することで、東ティモールの地理空間情報活用の高度化と持続的発展に貢献できると考えられる。

4.3. タイ

4.3.1. タイにおける地理空間情報の概況

タイは、地理空間情報の整備と活用が進展しており、タイ地理情報・宇宙技術開発機構（Geo-Informatics and Space Technology Department Agency: GISTDA）や王立タイ測量局（Royal Thai Survey Department: RTSD）が中心となり、地図データや衛星画像データ、リモートセンシング情報を整備している。

特に、防災、都市計画、農業、森林分野での利用が進み、各業務に必要な地理空間情報の整備のために UAVLiDAR²⁴やモバイルマッピングシステム（MMS）²⁵などの新しいセンシング技術を積極的に導入している機関がある。

地理空間情報の公開は、タイランド 4.0 のビジョンの下、タイの情報化政策（Thailand Digital Economy and Society Development Plan²⁶）のデジタル化戦略が策定され、デジタル政府開発庁（Digital Government Development Agency: DGA）がオープンデータガバメントセンター²⁷を、デジタル経済振興庁（Digital Economy Promotion Agency: DEPA）がシティデータプラットフォーム²⁸を、GISTDA はオープン地理空間情報プラットフォーム²⁹を構築し、地理空間情報のオープン化が進められている。

4.3.2. タイの現地調査に向けた机上調査の実施

4.3.2.1. 机上調査の対象機関・組織

上記の概況の下、タイの現地調査に向け、地理空間情報を整備・利用している機関として 14 機関（政府機関：10、国際機関：2、民間・団体機関：2）を机上調査の対象とした（表 4.5）。

表 4.5 タイの現地調査に向けた机上調査対象機関・組織の一覧

| 種別 | 対象機関・組織 | 机上調査の目的・内容・ゴール |
|------------|-------------------------|---|
| 国内機関（提供側） | タイ地理情報・宇宙技術開発機構（GISTDA） | CN 技術等との連携の可能性、開かれた地理空間プラットフォームの普及・持続可能性について調査する。 |
| | 王立タイ測量局（RTSD） | CN 技術導入への取組状況について調査する。 |
| | 土地局（DOL） | CN 技術等との連携の可能性、オープンデータガバメントセンターを通じたデータ公開の課題について調査する。 |
| 国内機関（利用者側） | デジタル政府開発庁（DGA） | オープンデータガバメントセンターを通じて、地理空間情報当局等が整備する地理空間情報を CN データ形式での提供の可能性を調査する。 |
| | デジタル経済振興庁 | シティデータプラットフォームを通じて、地理空間情報当局等 |

24 王立灌漑局のウェブサイト活動記録 2025 年 3 月 10 日 高解像度の地形調査を実施するため LiDAR を搭載した UAV を調達： <https://etgs.rid.go.th/map/index.php/th/activities>

25 水文情報研究所のウェブサイト モバイルマッピングシステムとオンライン 3D 地図データ表示システム：
https://www.hii.or.th/research_development/%e0%b8%a3%e0%b8%b0%e0%b8%9a%e0%b8%9a%e0%b8%aa%e0%b8%b3%e0%b8%a3%e0%b8%a7%e0%b8%88%e0%b8%a0%e0%b8%b9%e0%b8%a1%e0%b8%b4%e0%b8%9b%e0%b8%a3%e0%b8%b0%e0%b9%80%e0%b8%97%e0%b8%a8-mobile-mapping-system-mms/

26 Thailand Digital Economy and Society Development Plan（通称 Digital Thailand）：
https://www.dop.go.th/download/knowledge/th1626431470-947_0.pdf

27 Open Government Data of Thailand: <https://data.go.th/>

28 City Data Platform: <https://www.citydata.in.th/en/smart-city-thailand/>

29 The Open Geospatial Platform: <https://sphere.gistda.or.th/>

| 種別 | 対象機関・組織 | 机上調査の目的・内容・ゴール |
|---------------|--------------------------------|---|
| | (DEPA) | が整備する地理空間情報を CN データ形式での提供の可能性を調査する。 |
| | 公共事業・都市農村計画局 (DPT) | CN 技術等との連携の可能性、開かれた地理空間プラットフォームを通じたデータ公開の課題について調査する。 |
| | 科学技術省水文情報研究所 (HII) | |
| | 王立タイ灌漑局 (RID) | |
| | バンコク首都圏庁 (BMA) | |
| タイ土地開発局 (LDD) | | |
| 在バンコク国際機関 | 国連人道問題調整事務所 (OCHA) | 人道データ交換 (HDX) を通じて、地理空間情報当局等が整備する地理空間情報を CN データ形式での提供の可能性を調査する。 |
| | 赤十字国際委員会バンコク地域事務所 (ICRC) | 人道支援における地理空間情報の活用状況、課題について調査する。 |
| 民間企業 | i-bitz 社 | GIS スタートアップ企業における地理空間情報分野の課題、既存技術者コミュニティの熟度について調査する。 |
| コミュニティ | OpenStreetMap Thailand (OSM-T) | 技プロで整備する地理空間情報との連携の可能性について調査する。 |

出典: JICA 調査団作成

4.3.2.2. 机上調査の結果

タイにおける各機関・組織の机上調査は、役割や責務、関連する法令、予算、財源、組織体制といった基本情報に加え、地理空間情報の整備・活用・公開状況について、インターネット上で公開されている情報をもとに現状を把握した。

各政府機関の「役割、組織規模、地理空間情報部局の有無、予算規模、データ整備状況、データ公開サイト、オープンデータガバメントサイトへの公開状況、ウェブ地図の有無」は表 4.6 のとおりである。国際機関及び民間・団体機関の「事業内容、地理空間情報部局の有無、データ整備状況、データ公開サイト、ウェブ地図の有無」は表 4.7 のとおりである。

表 4.6 タイにおける地理空間情報に関する机上調査結果（政府機関）

| No. | 機関名 | 役割 | 組織規模 | GI 部局 | 予算 (百万バーツ) |
|-----|--------|---|-----------------------|-------|-----------------|
| 1 | GISTDA | 地理空間情報及び宇宙技術の開発・管理を担当。衛星データの収集・解析、地理情報システム (GIS) の開発、地理空間情報の普及促進など。 | 約 300 人 | ○ | 1,337 (2023) |
| 2 | RTSD | 国の地理空間データ管理、地形測量、地理空間インフラを担当する主要な政府機関。1:50,000 地形図等の GI の整備、測地網の維持管理など。 | 約 1,000 人 | ○ | 678 (2018) |
| 3 | DOL | 個人の土地権利の保護と国有地の管理。測量と地図作成、土地権利証書の発行、不動産に関する権利や法的取引の登録サービスの提供 | 11,892 人 (2024/10) | ○ | 4,403 (2025) |

| No. | 機関名 | 役割 | 組織規模 | GI 部局 | 予算 (百万バーツ) |
|-----|------|---|--------------------|-------|------------------|
| | | など。 | | | |
| 4 | DGA | デジタル政府の発展 (DX) に関する政府機関及びその他の機関の業務の促進をサポート。デジタルインフラの開発、行政サービスのデジタル化の推進。 | 274 人 (2024/9) | - | 3,538 (2025) |
| 5 | DEPA | 経済、社会、文化、国家安全保障に利益をもたらすデジタル技術の開発及び利用を促進・発展。 | 254 人 (2024) | - | 1,790 (2024) |
| 6 | DPT | 都市計画、公共インフラ整備、土地利用管理。 | 約 3,000 人 | ○ | 23,817 (2017) |
| 7 | HII | 水資源開発・管理の効率化を高めるため、水利情報科学技術の研究開発とイノベーションを促進し、その成果を他の関連機関への適用。 | - | ○ | 455 (2025) |
| 8 | RID | 灌漑用水やダム、貯水池の管理と規制を担当。農業用水を確保し、水資源の利用を最適化し、持続可能な農業を支援するために国の灌漑インフラを管理。 | 16,804 人 (2024) | ○ | 82,989 (2025) |
| 9 | LDD | 農業地域における土壌調査及び分類、土地利用地域の決定、土地利用管理など。 | 3,015 人 (2023) | ○ | 4,790 (2025) |
| 10 | BMA | 都市計画、インフラ管理、公共サービスの提供など、さまざまな都市運営に関連する業務を担当。 | - | ○ | 89,080 (2024) |

| No. | 機関名 | データ整備 | データ公開サイト | オープンデータガバメント | ウェブ地図 |
|-----|--------|--|---|-------------------------|-------|
| 1 | GISTDA | 衛星データ、森林リスクマップ、森林火災ホットスポット、洪水浸水歴など | オープンデータ地理空間プラットフォーム 、 GISDTA Portal 、 オンラインストア(AWAGAD) | パーム農園、稲作などの API | ○ |
| 2 | RTSD | 地形図、基準点 | - | - | - |
| 3 | DOL | 土地区画、土地測量、土地のゾーニング区分など | 不動産情報の共有 、 土地区画検索システム 、 土地区画データセンターサービスシステム など | 6 地区の土地区画、基準点 | ○ |
| 4 | DGA | 地理空間情報に関する直接的なデータ整備は行っていない | Digital Government Platform 、 Citizen Portal 、 Open Government Data of Thailand | 運営機関 | ○ |
| 5 | DEPA | 地理空間情報に関する直接的なデータ整備は行っていない | 都市データプラットフォーム (City Data Platform) | - | ○ |
| 6 | DPT | 都市計画 | - | - | ○ |
| 7 | HII | 地形調査(MMS によるデータ取得)、水文データ、洪水 | 高解像度 3D 地図表示システム 、 水情報センター | 気温、気圧、降水量、水位など | ○ |
| 8 | RID | デジタル地形図(1:10,000)、デジタルオルソ(1:4,000)、土地利用図、水質調査図、洪水経路図、給水所一覧など | RID Irrigation Portal 、 貯水池水量モニタリング 、 水予測のためのテレメトリーシステム | 灌漑プロジェクト位置、灌漑面積、大型貯水池など | ○ |

| No. | 機関名 | データ整備 | データ公開サイト | オープンデータガバメント | ウェブ地図 |
|-----|-----|--|---|----------------------|-------|
| 9 | LDD | 航空写真、土地被覆区分図、土地利用情報など | 地図サービス 、 Soil Online 土壌・土地利用情報サービス 、 LDD データカタログ など | 作物栽培適地など35のデータセットを公開 | ○ |
| 10 | BMA | デジタル地形図、航空写真、基準点、都市計画、インフラ、環境、交通、ハザードマップなど | GI-Platform 、 地理情報サービスシステム 、 都市計画情報システム など | 行政区域、教育施設など | ○ |

出典: JICA 調査団作成

表 4.7 タイにおける地理空間情報に関する机上調査結果（国際機関、民間・団体機関）

| No. | 組織名 | 事業/活動内容 | GI 部局 | データ整備 | データ公開サイト | ウェブ地図 |
|-----|----------|---|-------|--------------------------------------|---|-------|
| 1 | OCHA-HDX | 地理空間データを含む人道データの収集、共有、活用、普及を可能にするプラットフォーム。 | ○ | 空中写真、UAV、衛星画像、インフラ、人口など | Humanitarian Data Exchange | - |
| 2 | ICRC | 東南アジア地域(7 か国)を対象に、武力紛争やその他の暴力状況の犠牲者に対し、人道的支援ニーズの対応、人道支援の専門知識を提供。 | ○ | 衛星画像、紛争地域の地図作成、道路、病院、主要施設、人口、避難状況 | - | - |
| 3 | i-bitz | 地理情報システム、地理空間データ分析など地理空間情報技術に関するコンサルティングサービスを専門とする企業。 | ○ | 政府機関、大学、地理空間解析を必要とする企業からの受託により整備 | Vallaris Maps 、 Andaman | ○ |
| 4 | OSM-T | 分散化されたボランティア主導のモデルによって運営され、タイ地域を積極的に地図化し、道路、建物、公園、その他重要な地物・施設などを更新している。 | - | ベースマップ、POI(レストラン、病院、学校など)、交通ネットワークなど | Thailand OpenStreetMap | ○ |

出典: JICA 調査団作成

4.3.2.3. 現地調査インタビュー候補機関の選定

上記の机上調査の結果を元に、各機関が保有するデータ量（根幹性）、人員（規模）、制度／予算（安定性）の3軸から「I. 国家の基盤を支える中核機関」、「II. 技術・政策主導型の推進機関」、「III. 特定分野の大・中規模専門機関」、「IV. グローバル・民間・コミュニティ等」の4つに類型化した。

各類型の特徴及び含まれる組織、インタビュー候補先（◎：第一候補、○：第二候補、△：第三候補）は表 4.8 のとおりである。図 4.1 は、各機関におけるデータ量、人員数、年間予算規模（百万円）の状況を示したものである。

表 4.8 各類型の特徴及び含まれる組織の概要とインタビュー候補先

| 類型 | 特徴 | 組織 | GI 関連部署 | データ量 (根幹性) | 人員 (規模) | 制度/予算 (安定性) | インタ ビュー 候補 |
|--------------------------------------|---|--------------|---------------------------|---------------|------------|----------------|------------------|
| I. 国家の 基盤を支 える中核 機関 | 国の根幹となる地理空間情報を、巨大な組織と潤沢な予算で生産・管理する、国家基盤そのものと言える機関。 | RTSD | - | 大 | 中 | 小 | ○ |
| | | RID | 地理情報技術課 土地測量・地図 作成課 | 大 | 大 | 大 | ◎ |
| | | DOL | 地図技術部門 情報技術局 | 大 | 大 | 大 | ○ |
| II. 技術・ 政策主 導型の推 進機関 | 最先端技術（宇宙技術など）を用いて大規模データを生成・提供したり、国全体のデータ流通・利活用政策を推進したりする機関。 | GISTDA | 地理情報技術部 | 大 | 小 | 中 | ◎ |
| | | DGA | デジタル技術・ イノベーション 開発部 | 小 | 小 | 中 | ○ |
| | | DEPA | - | 小 | 小 | 中 | △ |
| III. 特定 分野の 大・中規 模専門機 関 | 特定分野（農業）や特定地域（首都）において、豊富な人材と予算を背景に、データの整備と利活用を両輪で進める機関。 | LDD | 測量地図技術局 | 中 | 中 | 大 | ○ |
| | | BMA | 都市計画開発局 公共事業局 | 中 | 大 | 大 | ◎ |
| | | DPT | - | 中 | 中 | 大 | △ |
| | | HII | テクノロジーデ ジタル開発部 | 中 | 小 | 小 | ◎ |
| IV. グロ ーバル・ 民間・コ ミュニ ティ等 | 政府の枠組みとは異なる原理（人道支援、ビジネス、ボランティア）で活動し、エコシステムに多様性と専門性をもたらすプレイヤー。 | OCHA- HDX | - | 特殊 | 特殊 | 特殊 | ◎ |
| | | ICRC | - | 特殊 | 特殊 | 特殊 | △ |
| | | i-bitz | 技術チーム | 小 | 小 | 特殊 | ◎ |
| | | OSM-T | - | 特殊 | 特殊 | 特殊 | ○ |

出典: JICA 調査団作成

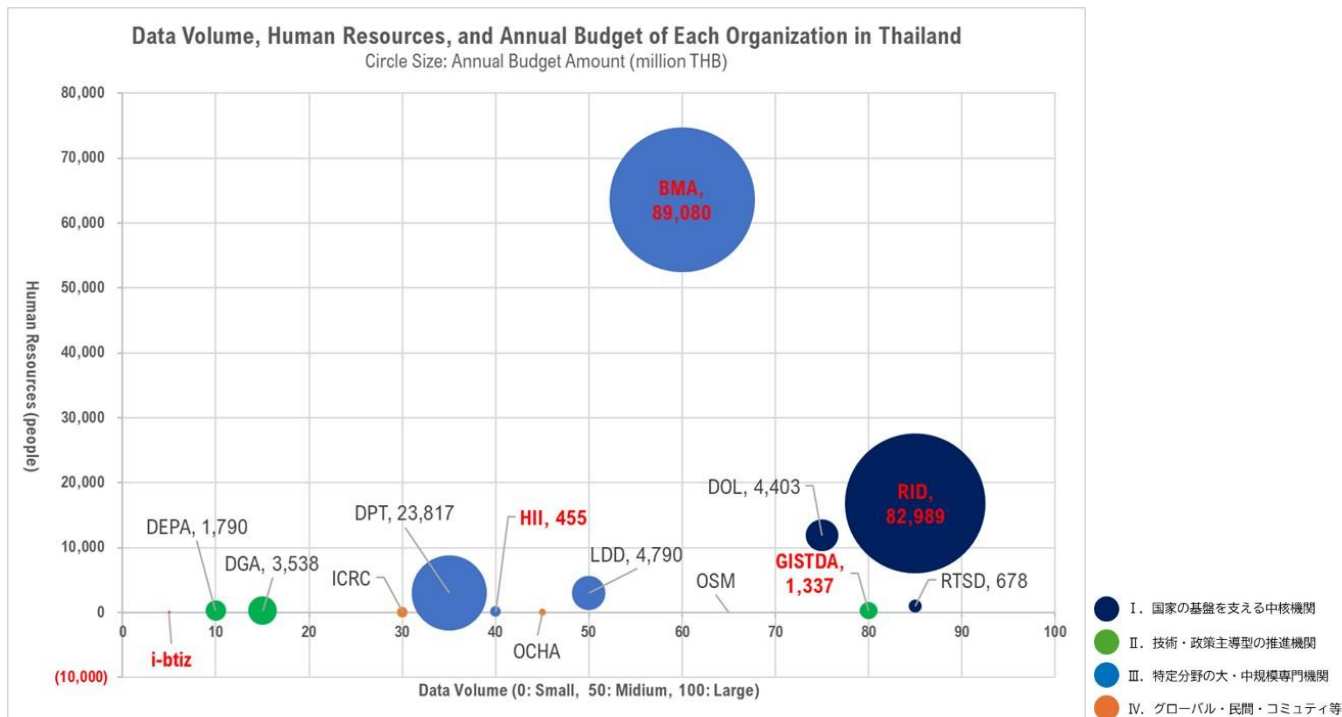


図 4.1 各機関におけるデータ量、人員数、年間予算規模（百万バーツ）の状況
出典: JICA 調査団作成

表 4.8 が示すように各類型から現地調査におけるインタビュー候補機関として 1~2 機関を第一候補（計 6 機関：RID、GISTDA、BMA、HII、OCHA-HDX、i-bitz 社）を選定した。6 機関の中からインタビュー先を選定するにあたり、主な協議事項をデザイン検討用シート（表 4.9）に整理した。

最終的にはタイ国の地理空間情報技術の向上や普及促進の中心を担っている GISTDA、全国規模の組織で特定分野（水資源管理）の業務に必要な地理空間情報を自ら取得し活用している RID、地理空間情報技術を軸に産学官にさまざまなサービスを提供している i-bitz 社の 3 機関・組織をインタビューの対象機関とした。

表 4.9 インタビュー候補先選定におけるデザイン検討シート

| 類型 | 組織 | 主な協議事項 |
|------------------|-------------|--|
| I. 国家の基盤を支える中核機関 | RID 地理情報技術部 | <p>本プロジェクト研究において、PMTiles 等の CN データ形式での地理空間情報の使用の推進を検討していることを踏まえ、土地測量及び地理情報技術部門を有し、デジタル地形図等の整備から GIS ポータルサイトの構築、UAV LiDAR などの新しい技術の導入に積極的である RID との主な議論のテーマは以下のとおりである。</p> <p>(1) CN データ形式を用いることにより、RID 内全体での地理空間情報の戦略的使用の強化につながる可能性について。</p> <p>(2) 公開可能な地理空間情報を CN データ形式でオープンデータ化することの可能性について。可能性がある場合、制度面、技術的な課題について。</p> <p>(3) 地理空間情報に関する技術研修に CN 技術の利点や地理空間情報の戦略的使用を強化するための内容を含めることにより、地理空間情報の更なる活用や価値の向上に貢献できるかについて。</p> |

| 類型 | 組織 | 主な協議事項 |
|-----------------------------|----------------------|---|
| II. 技術・政策 主導型の推進 機関 | GISTDA Sphere チーム | <p>本プロジェクト研究において、地理空間情報の CN 技術の適用及びオープンデータ化の推進により、地理空間情報の利便性の向上と戦略的使用の強化を図り、地理空間情報の価値を向上する技術協力オプションを検討している。GISTDA Sphere チームとの主要な議論のテーマは以下のとおりである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 説明資料で提示する活動内容（CN 技術、オープンデータ、プロトタイプ、仮説など）に対する GISTDA Sphere チームのフィードバックについて。 (2) GISTDA の CN とオープンソース技術に関する政策と計画について。 (3) GISTDA Sphere の現在の活動と今後の開発計画について。 (4) GISTDA Sphere の、タイの政府機関等での活用状況について。 (5) 地理空間情報に関して直面している主な課題と、その解決のために計画または実施している対策について。 (6) 地理空間情報の共有に関して、GISTDA、政府機関、学術機関、民間企業間の協力状況について。 (7) 地理空間情報の改善や向上のための国際協力の検討の有無について。今次の意見交換を踏まえ、JICA との協力についてどのようなオプションや協力形態が考えられるか。 |
| III. 特定分野 の大・中規模 専門機関 | BMA 都 市計画開 発局 | <p>本プロジェクト研究において、PMTiles 等の CN データ形式での地理空間情報の使用の推進を検討していることを踏まえ、都市計画や行政情報等をウェブ地図アプリケーション上での公開やオープンデータ化を進めている BMA との主要な議論のテーマは以下のとおりである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) CN データ形式を用いることにより、BMA 内全体での地理空間情報の戦略的使用の強化につながる可能性について。 (2) 公開可能な地理空間情報を CN データ形式でオープンデータ化することの可能性について。可能性がある場合、制度面、技術的な課題について。 (3) ウェブ地図アプリケーションに搭載するベースマップや主題レイヤーに CN 技術を導入することにより、利用者へのサービス向上につながるか、また、開かれたプラットフォームを普及させるための取組や、プラットフォームの持続可能性について。 |
| | HII デジ タル技術 部 | <p>本プロジェクト研究において、PMTiles 等の CN データ形式での地理空間情報の使用の推進を検討していることを踏まえ、水資源管理や MMS により取得した 3 次元点群データを整備し公開するとともに新しい技術や研究開発を進めている HII との主要な議論のテーマは以下のとおりである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) CN データ形式を用いることにより、HII や水資源に関する関係機関内全体での地理空間情報の戦略的使用の強化につながる可能性について。 (2) 公開可能な地理空間情報を CN データ形式でオープンデータ化することの可能性について。可能性がある場合、制度面、技術的な課題について。 |
| IV. グローバル・民間・コミュニティ等 | OCHA- HDX | <p>本プロジェクト研究において、PMTiles 等の CN データ形式での地理空間情報の使用の推進を検討していることを踏まえ、特に技プロ実施機関と HDX との連携はどのように可能であり得るか（GISTDA や BMA と HDX の連携は考えるか）。</p> |
| | i-bitz 社 | <p>本プロジェクト研究において、PMTiles 等の CN データ形式での地理</p> |

| 類型 | 組織 | 主な協議事項 |
|----|----|--|
| | | 空間情報の使用の推進を検討していることを踏まえ、タイの FOSS4G 関連企業等の観点から協業の余地は考えられるか。 |

出典: JICA 調査団作成

4.3.3. タイにおける現地調査の実施

4.3.3.1. タイの現地調査の目的

タイの現地調査の目的は、本プロジェクト研究の活動内容を説明し、地理空間情報の自由な流通が可能となる CN 技術や CN データ形式を利用したプロトタイプ版ウェブ地図、地理空間情報の戦略的使用の視点からのウェブ地図の強化について、技術者の立場としての意見を確認することである。その他、以下の課題や既往事例、意見等も併せて収集する。

- ・ CN 技術を用いることにより、組織内全体の地理空間情報の共有及び使用が進む可能性があるかの確認、CN 技術導入における技術的、行政的課題の収集。
- ・ 地理空間情報に関し直面している主な課題と、その解決のための計画/実施事項の収集。
- ・ 組織内におけるデータインフラの運用状況、課題等の収集。
- ・ 他組織との地理空間情報の共用（インプット・アウトプット）及び相互利用の既往事例の収集。
- ・ 地理空間情報のオープンデータ化の現状と今後展開、オープンデータ化に関する課題の収集。
- ・ 将来の実施されるさまざまな技プロの中で整備される公開可能な地理空間情報を CN データ形式で整備することに対する意見の収集。

4.3.3.2. タイの現地調査の対象機関・組織の概要

タイの現地調査の対象機関・組織の概要は次のとおりである。

(1) タイ地理情報・宇宙技術開発機構（GISTDA）

GISTDA は、科学技術省の下部組織として設立され、タイの地理空間情報及びタイ地球観測衛星（THEOS）などの宇宙技術の開発、管理を担当する機関である。GISTDA 設立令³⁰やデータ配布³¹、地理情報サービスの提供³²に関する規則が定められ、これらの政令規則の下、衛星データの収集、解析、オープン地理空間プラットフォームや衛星画像データを販売するオンラインストア（AWAGAD³³）を開発するとともに、政府や教育、一般向けに地理空間情報技術や衛星画像解析等の研修コース³⁴を計画し、地理空間情報の普及を促進している。

(2) 王立タイ灌漑局（RID）

RID は、1902 年に設立された灌漑用水やダム・貯水池など水資源管理を担当する機関であり、農業

30 GISTDA 設立令（タイ語）：

https://gistda.or.th/ewtadmin/ewt/gistda_web/article_attach/articlefile_2021071910123056172.pdf

31 データ配布・注文に関する規則（タイ語）：

https://gistda.or.th/ewtadmin/ewt/gistda_web/article_attach/articlefile_2021071916324268456.pdf

32 宇宙技術及び地理情報サービス提供に関する規則（タイ語）：

https://gistda.or.th/ewtadmin/ewt/gistda_web/article_attach/articlefile_2021072013312220362.pdf

33 AWAGAD: <https://awagad.gistda.or.th/>

34 研修コース（タイ語）：https://www.gistda.or.th/news_view.php?n_id=2397&lang=TH

協同組合省のもとで運営されている³⁵。農業協同組合省デジタル行動計画（2023-2037）³⁶及び20箇年戦略計画（2017-2036）³⁷のもとデジタル化が進められている。

地理空間情報に関しては、地形・地質調査技術局内の土地測量課³⁸及び地理情報技術課³⁹が地上測量や空中写真測量、衛星画像等を元にデジタル地形図やデジタルオルソフォトデータを整備し、これらは申請することで入手可能である。GISポータルが構築され、調査地図や貯水池水量のモニタリング⁴⁰、降水量観測所⁴¹をウェブ地図アプリケーション上で参照することができる。

また、新しい技術の導入に積極的であり、RID職員を対象とした技術研修が定期的に行われているほか、デジタル地形測量やデジタルオルソフォトデータ作成などに関するさまざまな作業マニュアルが整備され、ウェブサイト上で公開されている⁴²。

(3) i-bitz 社

i-bitz社は、2006年に設立された地理情報システムや地理空間情報分析など地理空間情報技術に関するコンサルティングサービスを専門とする民間企業である⁴³。GISTDA、公害管理局、王立協会事務局、首都電力庁、BMAなど、10以上の政府機関を主なクライアントとして持ち、多くのウェブアプリケーション（Vallaris Maps⁴⁴）やモバイルアプリケーションの開発・導入実績を有する。また、地理空間情報技術に関するオープンソースソフトウェア（FOSS4G）の活動（FOSS4G-Asia Conference）に積極的に参加している。

4.3.3.3. タイの現地調査インタビュー説明資料の作成

タイの現地調査インタビューの実施に際し、本プロジェクト研究の概要、CN技術と統合されたウェブ地図における地理空間情報の活用事例、地理空間情報の戦略的使用を視野に入れた既存のウェブ地図の統合及び強化、地理空間情報の戦略的使用の強化に向けた仮説、重点協議事項をまとめた協議用資料を作成し、インタビュー前に各機関へ共有した。

GISTDA 及び RID における 4.3.2 節で述べた机上調査結果を踏まえた仮説は次のとおりである。

(1) GISTDA における地理空間情報の戦略的使用の強化に向けた仮説

GISTDA における現状分析を踏まえた仮説は表 4.10 のとおりである。

35 RID の責務ウェブサイト(タイ語) : https://www.rid.go.th/index.php/th/about-rid-th/duty_responsibility

36 農業協同組合省デジタル行動計画(2023-2037)(タイ語) : https://www.moac.go.th/action_plan-files-461591791796

37 20 年戦略計画(2017-2036)(タイ語) : <https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/2017/20171121-rid-thailand-4.pdf>

38 RID 土地測量課ウェブサイト(タイ語) : <https://etgs.rid.go.th/measure/index.php>

39 RID 地理情報技術課ウェブサイト(タイ語) : <https://etgs.rid.go.th/gis/index.php>

40 貯水池水量モニタリングサイト(タイ語) : <https://app.rid.go.th/reservoir/>

41 水予測のためのテレメトリーシステム(タイ語) : <https://telerid.rid.go.th/#/>

42 RID 測量・地図作成ガイドウェブサイト(タイ語) : <https://etgs.rid.go.th/map/index.php/th/>

43 i-bitz 社ウェブサイト : <https://vallarismaps.com/home/>

44 Vallaris Maps ウェブサイト : <https://vallarismaps.com/home/>

表 4.10 地理空間情報の戦略的使用の強化に向けた仮説（GISTDA）

| No. | 現状分析 | 想定される対応案 |
|-----|--|---|
| 1 | 開かれた地理空間プラットフォームをログイン制で運用しており、試験フェーズでは事前通知なく課金することはないとしている。 | 本研究の対象である CN 技術等との類似点を分析の上、支持・支援できる部分については連携の可能性を検討する。 日タイ連携による開かれた地理空間プラットフォームの普及について議論しつつ、戦略的使用のフェーズにおける課金の在り方等について調査・議論を行い、プラットフォームの持続可能性について共有された知見を深める。なお、調査・検討・議論にあたっては、地形図データと衛星データ・空中写真データの特性の相違も意識する。 |
| 2 | 衛星画像データや地理情報サービスの提供に係る規則が決められ、無償・有償の情報サービス提供も明文化されている。「(3) 災害問題及び政府の緊急政策問題を解決する」、「(5) 情報の利益を広める目的」が含まれている。 | SDG11 に関する地理空間情報の戦略的使用を例示し、オープンデータ化の可能性について調査・議論を行い、地理空間情報の戦略的使用に繋がるか検討する。 |
| 3 | 公的機関向けに主題レイヤーの解析サービスを提供している。 | スタートアップや大学などが解析処理や主題レイヤー提供サービスの役割を担う将来も考えられることから、End-to-end のワークフローで複数の組織団体が絡む際の全体像や課題の分析について調査・議論することにより、産学官民が連携するエコシステムに繋がるか検討する。 |
| 4 | THEOS-1/THEOS-2 ならびに他の衛星で観測された衛星画像ソースを利用し、Web サイト上で洪水画像や解析された浸水区域エリア図、森林火災のホットスポット図等を公開していることから、地理空間情報が業務・分析に活用されていると考えられるが、一般向けには参照のみである。 | 衛星画像ソースは有償配布（THEOS-2: 350 バーツ～/km ² ） ⁴⁵ しているものであるから、オープンデータ化は難しいと思われる。上記 1 と関連するが、CN 技術の状況について調査・議論し、解析結果（主題レイヤー）を CN 化することにより、解析結果のデータを複数のプラットフォームや他の組織での活用が進むか検討する。 |
| 5 | THEOS-2 撮像データ、TEHOS-1 アーカイブのカタログサービス対応（STAC compatible）を推進中。衛星データの検索・取得は標準手順が決められ、オンラインストア（AWAGAD）でこれらの製品を購入できる。 | 衛星データだけでなく、STAC を援用し最新撮像データによる主題レイヤーをオペレーショナルに解析・提供する仕組みを考案することで、信頼性の高い地理空間情報の自由な流通の需要が開拓されるか検討する。 |
| 6 | 衛星画像ソースの活用の一つとして、ディープラーニング技術を用いて車両検出の画像解析を行うなどの取組を行っている。 | 衛星画像ソースを持つ機関の強みの一つとして、地形・土地の経年変化を機械学習や AI 技術を用いて捉えることにより、都市域の拡大を把握できると思われる。経年変化箇所が抽出できれば、それを元に地図を更新することも可能となり、鮮度の高い地図を維持することができる。それを OpenStreetMap へ反映することにより地理空間情報の価値が向上すると想定される。これらの実現可能性について調査・議論・検討する。 |

45 THEOS-2 価格表（タイ語）：https://www.gistda.or.th/news_view.php?n_id=6640&lang=EN

| No. | 現状分析 | 想定される対応案 |
|-----|---|--|
| 7 | 地理空間情報技術、衛星画像解析等の知識の普及として政府・教育機関や一般向けに研修コースを計画し、定期的（2023年は計18回）に実施されている。満足度調査報告書 ⁴⁶ によると、平均4.35（5点満点）であり、満足度は高い。 | 研修内容に CN 技術の利点や、地理空間情報の戦略的使用を強化するための内容を含めることにより、利用者の対象範囲を拡げ、地理空間情報のさらなる活用性を高めることに貢献できるか調査・議論・検討する。 |

出典: JICA 調査団作成

(2) RID における地理空間情報の戦略的使用の強化に向けた仮説

RID における現状分析を踏まえた仮説は表 4.11 のとおりである。

表 4.11 地理空間情報の戦略的使用の強化に向けた仮説（RID）

| No. | 現状分析 | 想定される対応案 |
|-----|---|--|
| 1 | 土地測量及び地理情報技術部門に測量技術者を有し、灌漑用水管理や土地改革事業に必要なデジタル地形図やデジタルオルソフォトデータ等を空中写真測量及び地上測量により作成し、地形図やオルソフォトは申請方式で入手可能 ⁴⁷ である。 | デジタル地形図やデジタルオルソフォトデータに CN データ形式を適用することにより、灌漑局内全体での地理空間情報の戦略的使用の強化につながる可能性があるか調査、議論を行い、技術的課題を検討する。 |
| 2 | GIS ポータルサイトが構築され調査地図をダッシュボード形式のアプリケーションを構築している。降水量観測所のウェブ地図アプリケーションが公開されている。水情報・予測部門では、リモートセンシングやテレメトリデータ（雨量、水量）などを利用し等雨量線図を公開している。 | 公開可能な地理空間情報の CN 技術を用いたオープンデータ化の可能性について調査、議論し、制度的、技術的な課題について検討する。 |
| 3 | UAV LiDAR など新しい技術の導入に積極的 ⁴⁸ であり、職員を対象とした技術研修が定期的実施されている。さまざまな作業マニュアルが整備され、公開されている。 | 研修内容に CN 技術の利点や、地理空間情報の戦略的使用を強化するための内容を含めることにより、利用者の対象範囲を拡げ、地理空間情報のさらなる活用性を高めることに貢献できるか調査・議論・検討する。 |

出典: JICA 調査団作成

4.3.3.4. タイ現地調査インタビューの実施

本プロジェクト研究の説明資料ならびに CN 技術を用いたプロトタイプ版のウェブ地図を紹介した上で、地理空間情報の戦略的使用に対する考え方や現在直面している主な課題、課題に対する主な取組、他政府機関との連携や今後の展望等について議論を行った。協議事項の概要は表 4.12 のとおり

46 2023 年の満足度調査とサービス開発結果（タイ語）：
https://www.gistda.or.th/download/article/article_20241009163436.pdf

47 デジタル地形図及びデジタルオルソデータ申請書：
<https://etgs.rid.go.th/gis/index.php/%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%9A%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3>

48 LiDAR 搭載 UAV 調達プロジェクトニュース：<https://etgs.rid.go.th/map/index.php/th/activities>

である。

表 4.12 タイ現地調査における協議概要

| 機関・組織名 | 協議概要 |
|--------|---|
| GISTDA | <p>○地理空間情報の戦略的使用に対する考え方</p> <ul style="list-style-type: none"> - 地理空間情報の中心的ハブとして、CN 技術とオープンデータの促進を国家戦略の核と位置付けている。 - 本プロジェクトの提案は GISTDA の戦略目標と完全に合致するものとして高く評価する。 - CN 技術 (COG、PMTiles、STAC 等) は地理空間情報のアクセシビリティと相互運用性向上の主流である。 - CN データ形式での公開は、AI やデジタルツインとのシームレスな連携を可能にし、地域的・国際的なエコシステムを強化するための戦略的な一手である。 - オープンデータは、タイ国が求める持続可能性のニーズに合致していると認識している。 <p>○現在直面している主な課題</p> <ul style="list-style-type: none"> - 技術力と専門人材の不足: CN 技術に関する技術的専門知識を持つ人材が限定的、導入と普及のボトルネックである。 - プラットフォームの財政的持続可能性: Sphere プラットフォームの長期的な維持・発展のための安定した資金確保が課題である。 - データのプライバシーと規制: オープンデータを推進する一方、プライバシーに関する法的・政策的制約とのバランスが難しい。 <p>○課題に対する具体的な取組</p> <ul style="list-style-type: none"> - 人材育成と国際連携: 国際的なパートナーとの連携を通じ、研究や能力開発プログラムを実施し、技術力の向上を図る。 - 持続可能なビジネスモデルの模索: オープンデータ提供と付加価値の高い有償サービスを組み合わせた混合モデルの導入を検討し、財政的持続可能な確保を目指している。 - オープンデータのためのガバナンス強化: データ公開に関するガバナンスフレームワークを確立し、プライバシー保護とデータ活用の両立を図る。 <p>○他政府機関との連携や今後の展望等</p> <ul style="list-style-type: none"> - 国家地理情報委員会において、政府機関、学術機関、民間セクター間の協力を調整するハブ機能である。 - 複数の企業や国際機関、研究機関と活発にデータ共有、共同開発を実施する。 - Sphere プラットフォームをクラウドネイティブな地理情報ハブとして発展させ、土地管理から防災まで、官民間問わずあらゆるセクターのデータ駆動型意思決定を支援する。 - THEOS-2 のデータを活用し、AI による土地利用変化や車両検出など高度な分析機能をプラットフォームに追加予定である。 |
| RID | <p>○地理空間情報の戦略的使用に対する考え方</p> <ul style="list-style-type: none"> - 本プロジェクトで提案する CN 技術やオープンデータの活用は、国の DX 戦略やデータの相互運用の潮流と合致した取組として評価する。 - 地理空間情報の戦略的使用が、水資源管理の高度化、意思決定の迅速化、国民向けサービス向上に直結すると認識している。 - オープンデータの取組は徐々に進展している段階と認識。灌漑区域や灌漑プロジェクト位置の情報を公開している。 - CN データ形式での公開は、スケーラブルでリアルタイムなアクセスを可能に |

| 機関・組織名 | 協議概要 |
|----------|--|
| | <p>し、機関間の連携を促進する際に非常に有益であると期待する。</p> <p>○現在直面している主な課題</p> <ul style="list-style-type: none"> - システムセキュリティと強靱性（最重要課題）:過去のランサムウェア攻撃により GIS ポータルが運用停止中である。 - データの統合と相互運用性:複数のソースから異なる形式で収集される地理空間情報の統合が困難である。 - データの正確性と完全性:常に正確、最新かつ完全であることを保証し続けることが課題となっている。 - 技術力と専門人材の不足:システムを開発・維持・活用するための専門スキルを持つ人材が限定的である。 <p>○課題に対する具体的な取組</p> <ul style="list-style-type: none"> - システムインフラの近代化と再構築: CN 技術を含む最新技術を用い、GIS ポータル等を再構築中である。 - セキュリティ対策の強化:より強力なサイバーセキュリティ対策と、バックアップシステムを強化する。 - データの標準化の推進:国家地理情報システムとの互換性を図るため、データ形式の標準化を推進し、相互運用性を向上する - 職員の能力開発:職員の GIS 関連技術の専門知識を強化するため、研修や知識共有の機会を提供する。 <p>○他政府機関の連携や今後の展望等</p> <ul style="list-style-type: none"> - GISTDA とは緊密に協力している。データ交換、相互運用、水資源管理への地理空間情報の応用に関する MOU の締結を準備中である。 - RID デジタル行動計画に基づき地理空間情報整備やインフラの再構築を実施中である。GIS ポータル再構築後は、水管理・計画・防災に関する最新データの提供や公開により、行政の透明性向上とデータ駆動型の意思決定の促進が図られる。 |
| i-bitz 社 | <p>○事業内容及び技術力</p> <ul style="list-style-type: none"> - PMTiles を含む CN 技術に精通しており、既に GISTDA 等の政府機関に提供した実績を有する。 - 顧客の多くは政府機関。GISTDA は主要顧客であり、多数の公開ウェブサイトの構築・運用を支援している。 - これまでに構築した IT インフラの約 90%がオンプレミス環境、約 10%はクラウドベースのサービスである。 - CN 技術を実用レベルで導入し、政府機関の要求仕様に応えるサービスを提供できる技術力を有している。 <p>○「Vallaris Maps」プラットフォーム</p> <ul style="list-style-type: none"> - 独自開発したアプリケーションソフトウェア。Esri 社の ArcGIS Enterprise に相当する機能を有する。 - 価格体系:一般企業・政府機関に対しては 15,000 USD（永久ライセンス）、年間保守料はライセンス料の 10%である。教育機関・NGO に対してはライセンス、アップグレード、導入コンサルティングを含め無償で提供している。 |

出典: JICA 調査団作成

4.3.3.5. タイ現地調査結果のまとめ

タイランド 4.0 は、同国を先進的で技術中心、イノベーション主導の高所得経済国へと変革するこ

とを目指している。本ビジョンの下、情報化政策（Digital Thailand Plan）が策定され、各政府機関は国家戦略に沿って中長期の戦略計画や開発計画を策定している。

これらの計画の中には、地理空間情報インフラの近代化や、政府機関・産業界・学术界などへの地理空間データアクセス拡大によるサービス向上、地理空間情報を活用した効果的かつ透明性を確保した意思決定支援がうたわれている。これらのことから、地理空間情報は、国家発展を支える上で不可欠な要素であると認識されている。

従って、本プロジェクト研究の取組である CN 技術やオープンソース技術の導入やオープンデータの推進による地理空間情報の戦略的使用の考え方は、国の DX 戦略やデータの相互運用の潮流と合致していることから高く評価された。

組織間のデータ共有は漸進的に改善されている。組織間で地理空間データを共有するための覚書（MOU）を締結することも一般的な慣行である。例えば、RID と GISTDA 間の覚書が現在起草中であり、締結後、RID は GISTDA の衛星データにアクセスできるようになる。

CN 技術やオープンソース技術も段階的に導入が進んでいる。タイ国内では最先端の民間の地理空間情報関連企業（例：i-bitz 社）も活動しており、政府や民間企業向けに最新の地理空間情報技術やソリューションを提供している。例えば、GISTDA は、地理空間データのアクセシビリティと相互運用性向上のため、CN データ形式（COG、PMTiles、STAC）の主流化を推進中である。RID は GIS ポータルの再構築に CN 技術を用いている。

ただし、CN 技術に関する専門知識を持つ人材が限定的であることや、複数ソースの異なる形式の地理空間情報の統合が困難、強靱なサイバーセキュリティ対策、持続可能な資金調達の確保などの課題に直面している。

SDG11（本プロジェクト研究の重点分野の一つ）に関しては、タイ国内の組織がこの指標の価値を認識しているものの、組織運営への組み込みが実現されていないか、十分な注意が払われていない状況がうかがえる。

5. オープンな実践のコミュニティとの連携及び産学官民が参加しうる仕

組みの検討

本章では、第1章「1.3. 設定課題」で示した課題1（デジタル地形図の今後の技術協力の在り方について）の中で、特に「オープンな実践のコミュニティを巻き込む」及び「産学官民が参加しうる仕組みをプロトタイプする」という研究項目について検討する。これらの研究項目の実践に当たっては、第2章及び第3章で述べたように、東ティモール及びタイを対象としたウェブ地図を数種類ずつ試作し、これらを現地の主に政府系関係機関に示して地理空間情報の戦略的使用に関する意見を聴取した（第4章参照）。一方、これらの機関からは独立した「オープンな実践のコミュニティ」との関わりや、様々な属性（「産学官民」）を有する者相互の地理空間情報の戦略的使用のための連携に関しては、なお模索の段階と言える。そのため、これらについては章を改め、一体的に記載することとする。

5.1. オープンな実践のコミュニティの巻き込み

「オープン（Open）」とは、単に技術仕様やデータが公開されている状態を指すのではない。それは、誰もが自由にアクセスし、利用し、改変し、共有できる原則に基づき、特定の組織や企業に依存しない、技術者や企業、研究機関などの多様なプレイヤーが協力し合う持続可能なエコシステム⁴⁹の構築を志向するものである。

この考えを体現するのが「オープンな実践のコミュニティ」であり、それは組織的・地理的な制約を越え、共通の関心や目的を持つ人々が集まり、知識や成果を共有する集団である。

「オープン」の思想と「実践のコミュニティ」の力を技術協力に活かし、地理空間情報分野における技術協力の成果を特定の関係者だけにとどめず、社会全体の共有資産とすることが重要である。

5.1.1. ウェブ地図技術を実践しているステークホルダー

渡航調査を通じ、東ティモールにおいては、各機関が整備した地理空間情報を公開もしくは内部利用することを目的として、統計局及び住宅・都市化局、IGTL がウェブ地図アプリケーションを整備している。また、タイにおいては、GISTDA や BMA、DOL、HII など多くの政府機関が情報公開や業務の効率化、市民サービスの向上などを目的として様々なウェブ地図アプリケーションを構築している。

また、オープンなコミュニティとしては、Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) や OpenStreetMap コミュニティ (OSM-C)、Humanitarian OpenStreetMap Team (HOT) が東ティモール及びタイで活動している。東ティモールの HOT では、2022年に災害管理に必要な地図情報を整備するプロジェクトが実施され、47,000棟以上の建物や350kmの道路網などが活動成果として OSM に追加された。プロジェクト終了後、この活動は東ティモール OSM-C に引き継がれている⁵⁰。タイにおいては、OSGeo タイを中心として Free and Open Source Software for Geospatial (FOSS4G) 関連のカンファレンスやイベン

⁴⁹ 本研究では、「エコシステム」という言葉を「多数の者が当該テーマに関して共通かつポジティブな価値観を有する社会」といった意味で用いている。

⁵⁰ 災害管理のためのクラウドソースマッピング（東ティモール）<https://www.hotosm.org/projects/crowd-source-mapping-for-disaster-management-timor-leste/>

ト開催を定期的に行っている⁵¹。OSGeo タイの事務局を担っている i-bitz 社は政府機関のオープンデータや OSM、OSGeo の技術をベースにしたサービスを開発・提供し、オープンなエコシステムの中でビジネスを実施している企業である。

5.1.2. CN 技術導入による可用性の強化

渡航調査では、各ステークホルダーの内、主に政府機関に対して本プロジェクト研究の活動内容の説明を行った。具体的な説明内容については、前節の記述のとおりである。オンライン会議及び現地ヒアリング、ワークショップを通じて、技術的側面（CN 技術）や思想的側面（デジタル公共財）、協働的側面（コミュニティの巻き込み）を統合する枠組みについて提示した。

CN 技術の特長として、ウェブブラウザ上で直接かつ高速にデータへアクセスできる点がある。これにより、GIS の専門家でなくとも誰もが地理空間情報に触れる機会が広がる。また、PMTiles や COG など効率的に管理でき、規格が公開されたファイル形式は、組織の壁を超えたデータの相互運用性を向上させることができる。

地理空間情報をデジタル公共財としてオープンデータ化し、CN 技術を用いて地理空間情報をウェブ公開することで、特定のシステム構築にとどまらず、オープンな技術と多様な人々の参加により、地理空間情報が社会全体の共有資産として継続的に活用できる仕組みとなり、可用性の強化に繋がることを理解した。

5.1.3. 国際協力従事者のモチベーションの向上

本プロジェクト研究を通し、東ティモールの CNDG は自国資金を用いて FOSS4G Auckland 2025 に参加し、「Cloud-native spatial data ecosystem in the rise of the National Geospatial Center of Timor-Leste」と題し、CN 技術を用いた空間データエコシステムの試験導入について発表を行った⁵²。国際会議での事例発表は、国際協力従事者のモチベーションの向上に寄与するものである。

5.1.4. プロジェクト研究終了後の将来の巻き込みを実施するための必要な条件

本プロジェクト研究は、東ティモール及びタイにおいて、主に政府機関を対象とした。タイについては、CN 技術やオープンコミュニティに積極的に関与している i-bitz 社と協議した。しかしながら、持続可能なエコシステムを構築するためには、さらなるオープンな実践のコミュニティをプロジェクトに巻き込む必要がある。

従来の地理空間情報の技プロは、特定の政府機関をカウンターパート（C/P）として進められている。このため、制度上、範囲外の民間企業や市民コミュニティを公式な C/P として巻き込むことは難しい。また、OSGeo などのオープンコミュニティへの直接的な資金提供や、特定の民間企業との柔軟な連携もコンプライアンス上、困難を伴う。さらに新規のコミュニティの醸成には時間を要し、数年という短いプロジェクト期間内での成果を求められることとの間にギャップが生じる。

これらの困難を乗り越えるための条件として、以下が考えられる。

51 FOSS4G ASIA 2024 開催概要 <https://foss4g.asia/2024/>

52 FOSS4G Auckland 2025 発表要綱 <https://talks.osgeo.org/foss4g-2025/talk/3ZXDGP/>

1. プロジェクト設計の柔軟化：C/P 機関に加え、民間企業、大学、OSM コミュニティなどを公式な「連携パートナー」として位置づける。
2. JICA 専門家の新しい役割：技術移転の専門家であると同時に、多様なステークホルダー間の対話を促進し、信頼関係を醸成し、各ステークホルダーの持つ強みを活かせる触媒のような役割を担う。
3. 長期的なコミットメント：技術協力プロジェクト終了後も、JICA 現地事務所がコミュニティとの対話を継続するなど、緩やかに関与を続けることで、エコシステムの自律的な発展を長期的に見守る姿勢を持ち続ける。

5.1.5. 国内ステークホルダーの意見

東ティモール及びタイにおける関係機関からの意見聴取に加え、日本国内におけるステークホルダーとして株式会社 Geolonia (ジオロニア) から 2026 年 1 月 7 日に意見を得たので、その概要を記す。

同社はオープンソースソフトウェアやオープンデータを活用することにより、地理空間情報のデータ基盤化、可視化、標準化、プラットフォーム化等を行い、社会課題を解決することをテーマとした活動に注力している。具体的には、ウェブ地図や API の提供、いわゆるスマートシティの自治体向けの基盤開発、住所情報の正規化やジオコーディングサービス、オープンソース化のサポート、官民データの統合・運用支援などの技術やサービスの組み合わせによって使いやすい形にデータを整え、利活用を促進する事業モデルを展開している。「位置情報×オープンソースコミュニティ」として双方の内容に精通した実務者の立場として、以下のようなコメントがあった。

1. 地理空間情報の自由で開かれたエコシステム

「地理空間情報は、可用性が高くなるほど一層使われるようになる」との仮説に基づけば、地理空間情報の自由で開かれたエコシステムの構築の方法論は重要な要素になる。その一案として、タイルを分散配信するために LINUX ディストリビューションの仕組み（＝利用者から最も近いミラーサーバーから自由にダウンロード可能）がある。LINUX のディストリビューションでは、公式リポジトリと、PPA (Personal Package Archive：派生非公式パッケージ) 及びディストリビューションシステムの管理外でビルド（作成）されたソフトウェア（俗に言う「野良ビルド」）が存在し、オープンな思想を踏まえた開発者や利用者の選択の権利を与えている。地理空間情報にこのリポジトリの仕組みを取り入れると、公式原典データ（政府や公的機関）、派生データ（副次的な製品など）、さらに個人作成のデータなどを選択的に利用するオープンなエコシステムとして機能する。

2. 日本における地理空間情報を中心としたスマートシティ実現の支援の現状

同社では、自治体等によるスマートシティ実現の支援のために、「地理空間データ連携基盤」による支援を行っている。「地理空間データ連携基盤」とは、デジタルツイン構築に必要な都市 OS（行政サービス、交通、物流等の都市の重要な機能を支えるソフトウェアの総称）の中核機能として、異なる組織の異なるシステムにあるデータを機械可読なデータ形式に変換・可視化し、API 配信する仕組み（図 5.1）であり、多様なアプリケーションを大量に低コストで生み出せる可能性があるものと位置付けられている。

政府が推進するデジタル田園都市国家構想のひとつとして、現在この仕組みを用いた取組が香川県高松市で進められている。この取組を通してこれまでに得た知見としては、スマートシティ実現のた

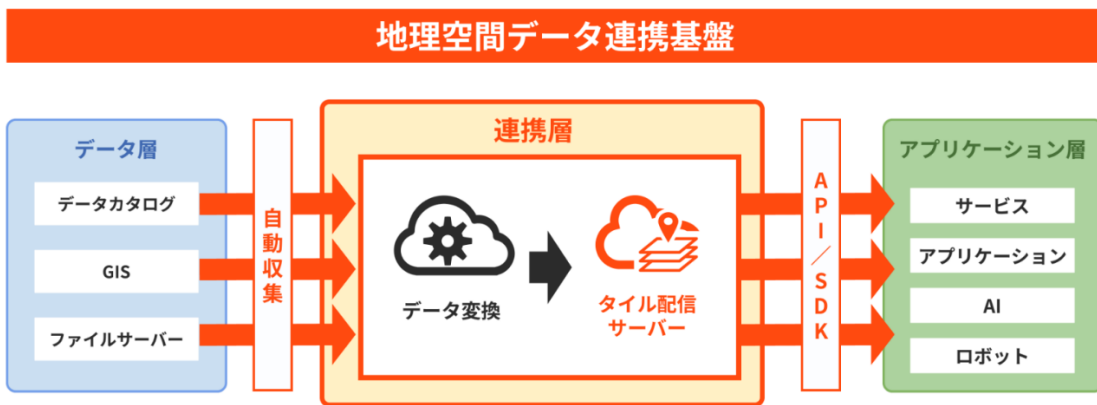


図 5.1 「地理空間データ連携基盤」のイメージ

出典：Geolonia 社ウェブサイト (<https://www.geolonia.com/geolonia-maps-for-smartcity/>)

めには地理空間データ連携基盤は有効ではあるが、利用者、応用範囲、目的の多様性、運用側のリテラシー等に照らし、データをどのように定義し、どのように作成するかといった点が必ずしも容易ではなく、ビジネスとして取り組む民間企業がなかなか増えないという点が課題である。

3. 地理空間情報分野のオープンな実践のコミュニティの巻き込み

地理空間情報分野のオープンな実践のコミュニティの巻き込みについては、関係人口、特にエキスパート人材を増やすことがキーである。他のオープンソースプロジェクトでは、国際的な広い視点（インターナショナルイゼーション）と地域社会の細やかな視点（ローカライゼーション）を複眼的に持つことにより、関係人口を増やすことに成功している事例がある。

官民の役割分担としては、官側はスポンサーに徹し、技術力のある企業や人がそれを使うのが理想的である。

5.1.6. オープンな実践のコミュニティを巻き込み価値の見通し

既存または新規のオープンな実践のコミュニティを巻き込むことにより、以下の価値がもたらされる。

5.1.6.1. 協力の持続性向上

オープンな実践のコミュニティは、技プロ終了後の「技術的な相談役」となり、技術の定着を助ける。また、市民の関心に基づいてデータが更新され続けることにより、情報の鮮度が維持される。さらに、オープンな実践のコミュニティの中から生まれる自律的な革新は、技プロ開始当初には想定しなかった新しい価値を創出し、協力成果を持続的なものとする。

5.1.6.2. 国家開発への貢献

政府機関が公開したデータを「素材」として、民間企業が新たなサービスを創出し、経済の活性化と革新を促進する。オープンな実践のコミュニティの活動は、学生や若手技術者が実践的な能力を磨

く場となり、国全体のデジタル人材育成に貢献する。さらに、市民が自らの地域の情報整備に参加するプロセスは、行政への関心を高め、データに基づいた透明性の高い意思決定のフレームワークを築くものとなる。

5.2. 産学官民が参加しうる仕組みのプロトタイプ

本プロジェクト研究の活動項目である「産学官民が参加しうる仕組みのプロトタイプ」については、東ティモールにおいても、またタイにおいても部分的な成果の獲得にとどまった。その理由及び確実な実行のために必要となる要件と役割分担を下記のとおり整理した。

5.2.1. 試行が困難であった理由

地理空間情報の戦略的使用に向けて産学官民が参加しうる仕組みについては、積極的に整備・利用を進めている関係機関とのオンライン協議や現地での訪問協議を通して必要性を説明した。

東ティモールにおいては、ワークショップにおいて、主要な関係機関の参加の下で、デモンストレーションサイトによる戦略的使用の体験機会を作り、他機関との連携の有用性について理解促進を図った。一方、タイにおいては、地理空間情報をテーマとした複数の関係機関を対象としたワークショップを開催する場合、国家地理情報委員会/小委員会への開催趣旨や本研究の内容を上程し、承認を得る必要があった。このため、他の技プロとの関連や調整に要する時間的制約から、現地ワークショップの開催は断念し、個別訪問にとどめざるをえなかった。

産学官民が参加しうる仕組みのプロトタイプを実際に構築するには、より組織的かつ具体的な活動、例えば関係機関を横断したワーキンググループの設置と定期的な協議や活動、さらに各組織への成果のフィードバックが不可欠である。今回の現地活動業務において各機関に要請し、任命されたフォーカルポイントパーソンは、それぞれの通常業務の中でオンライン協議やワークショップ参加について協力を要請したが、上記のような業務を担当してもらうには、当該業務を各組織が正式に認めて組み入れ、必要な人員が配置される必要がある。

各関係機関に業務の認知と人員配置を要請するには、各機関の上位職務者に対する働きかけと、組織形成に向けた継続的な現地活動期間が必要であり、本プロジェクト研究の業務内容ではそのための活動が不十分であったことが、産学官民が参加しうる仕組みのプロトタイプの試行が困難であった理由と考えられる。

5.2.2. 実行のために必要な要件と役割分担

上述のとおり、産学官民が参加しうる仕組みのプロトタイプには、定期的に活動する多機関ワーキンググループの設置と必要な人員の配置が必要である。そのための役割分担として、下記のような整理が考えられる。

- ① JICA 側の役割
 - ・ 関係機関とのワーキンググループ設置に関する合意文書取り交わし
 - ・ コンサルタント現地業務期間の確保
 - ・ コンサルタントによる上位職務者との協議立ち合い
- ② コンサルタント側の役割

- ・ 関係機関上位職務者との協議によりワーキンググループ設置の了承取り付け
- ・ ワーキンググループ設置運営に関する責任機関への支援
- ・ 継続的な活動の計画立案、方針決定支援

5.3. 本章のまとめ

本章では、「オープンな実践のコミュニティを巻き込む」及び「産学官民が参加しうる仕組みをプロトタイプする」という項目について検討した。本研究の一環で現地を訪れた東ティモールやタイでも、すでにオープンな実践のコミュニティとして OSGeo や OSM-C 等が活動し、政府機関や民間がウェブ地図技術を活用していることを確認した。

このような状況を踏まえ、基本的に特定の政府機関を C/P として進められる従来の技プロの枠組みに対し、例えば「連携パートナー」のような形で、民間企業や大学のほか、地理空間情報関係であればオープンな実践のコミュニティについても組み込めるような柔軟な発想も今後は求められよう。また、JICA 専門家の新しい役割として、多様なステークホルダー間の連携を促す触媒のような役割を担い、技プロ終了後も長く緩やかに関与を続けることも求められる。また、この分野の国内有識者からも、国際性と地域性の双方の視点を併せ持ったエキスパート人材の拡大が必要との意見を得ている。

一方、産学官民が参加しうる仕組みのプロトタイプ作りについては、本研究の枠内では具体的な成果として結実しなかったものの、今後は JICA 側では現地関係機関との間で文書による合意の取り付けが必要なこと、またコンサルタント側には継続的な活動のサポートが望まれることなどを整理した。

6. 技術協力プロジェクトメニューのオプションの検討

6.1. 各種プロジェクトにおける地理空間情報の果たす役割

ここまで第2章から第5章を通じて見てきた検討・検証内容等を踏まえ、本章では1.3節で設定した【課題1】（デジタル地形図の今後の技術協力の在り方について）に関する小括を行う。

我が国は途上国に対し、地域・国ごとやセクターごとに具体的な技術協力を行っている。表6.1に各セクターの主な協力内容及び地理空間情報との関連性を示す。

表 6.1 我が国の開発協力のセクターと事例

| セクター／テーマ | 主な協力内容・方針 | 地理空間情報の関連事例 |
|----------------------|--|---|
| インフラ整備（交通・エネルギー・水など） | 道路、橋、港湾、空港、鉄道等の質の高いインフラの整備。電力供給の安定、送電網。都市・地方の上下水道を含む水供給・衛生インフラ。災害リスクを考慮したインフラ設計。 | 交通：道路・鉄道・港湾などの位置情報管理、交通流調査、物流ルート最適化。 エネルギー：送電網の最適配置、再エネ（太陽光・風力・水力）のポテンシャルマップ作成。 水資源・衛生：流域管理、地下水分布、上下水道ネットワークのマッピング。 |
| 社会開発（教育・保健など） | 初等・中等教育の質の向上、保健システム強化、母子保健など。人材育成を通じて将来のリーダーを育てる。 | 教育：学校の立地情報と人口分布をGISで重ね合わせ、教育アクセス格差を把握。 保健・医療：感染症の地理的拡散モニタリング、医療施設へのアクセス解析。 社会保障：脆弱層の居住地域マッピングによるターゲット支援。 |
| 農業・農村開発 | 農業生産性向上、農村インフラ、食料安全保障、バリューチェーンの強化。灌漑、農村生活改善など。 | 農業：リモートセンシングで作付面積や収量を推定、土壌・気候条件マッピング。 漁業：衛星データによる漁場予測、沿岸資源モニタリング。 産業：工業団地・経済特区の立地分析、地理的条件を活かしたバリューチェーン設計。 |
| 気候変動・環境保全・防災 | 気候変動への適応・緩和、自然災害への備え、環境保護・生物多様性、水資源管理など。自然災害リスク軽減や復興。 | 環境保全：森林被覆変化の衛星監視、REDD+での炭素吸収量推計。 気候変動：気候モデルと地理空間データを組み合わせ、脆弱性マップ作成。 防災（DRR）：洪水・地震リスクマップ、避難経路シミュレーション。 |
| 民間セクターの開発・産業振興 | 中小企業育成、投資促進、新ビジネス・イノ | 投資誘致・経済特区開発：経済特区や工業団地の立地選定に地形・交通網・人口密度などのGISデータを活用。 |

| セクター／テーマ | 主な協力内容・方針 | 地理空間情報の関連事例 |
|------------|--|--|
| | <p>バージョン支援、スタートアップ支援、生産性向上（例「カイゼン」）、市場アクセス改善。現地企業と日本企業の連携。</p> | <p>市場分析：消費者分布や購買力の地理的可視化により、企業が投資判断を下しやすくなる。</p> <p>地理空間サービスの新産業：ドローン測量、地図作成、位置情報アプリ（配車サービス、物流追跡）など、地理空間情報そのものがビジネス領域に。</p> <p>アグリビジネス支援：精密農業（作付け・収量予測、土壌マップ、気象予測）によって農業系中小企業が効率的に事業を拡大可能。</p> <p>物流・運輸業：道路網データや渋滞情報を活かした配送最適化、コスト削減。</p> <p>エネルギー事業：再生可能エネルギーのポテンシャルマップ（太陽光・風力・水力）に基づく民間投資。</p> <p>位置情報を活用した新サービス：モビリティ（Uber 型ライドシェア、公共交通の利用状況分析）、E コマース配送追跡システム、災害時の人道支援アプリ（被災状況のクラウドマップ）</p> <p>スマートシティ関連ビジネス：センサー＋GIS で都市管理（ごみ収集最適化、エネルギー効率化）。</p> <p>土地・不動産市場の整備：GIS ベースの地籍管理により、土地所有権が明確化 → 不動産取引・投資の活性化。</p> <p>CSR・ESG 投資：環境影響（森林伐採、炭素排出）を衛星データで可視化し、企業の持続可能性報告（SDGs, ESG）に活用。</p> |
| ガバナンス・制度整備 | <p>法制度、行政能力の強化、地方自治、公共サービス改善など。透明性・責任性の強化。</p> | <p>土地管理：地籍調査・土地登記の GIS 化、境界紛争解決。</p> <p>都市計画：人口・土地利用データに基づくゾーニング、スマートシティ設計。</p> <p>公共サービス：行政サービス提供の空間的格差把握。</p> |
| 平和構築・人道支援 | | <p>難民・避難民支援：キャンプの配置・管理、人口移動モニタリング。</p> <p>災害・紛争後復興：破壊インフラのマッピング、復旧優先度の決定。</p> <p>治安維持：犯罪発生マッピング、治安パトロールの最適化。</p> |

出典: JICA 調査団作成

このように開発協力のセクターやそれらが行う活動・プロジェクトは極めて多岐にわたる。特に、技プロは社会基盤（インフラ）形成、資源・エネルギー、防災・環境、農林漁業など極めて広範な分野で行われているが、地理空間情報はこれらの技プロで広く必要とされ、それらを支える基盤、すな

わち「インフラのインフラ」とも呼べる存在である。

他方、地理空間情報分野における開発協力のこれまでの方向性は、最新の技術（GNSS 測量、デジタル地形図、地理情報システム（GIS）等）を被援助国（地理空間情報当局等）が要望し、その要望に沿った形で移転された技術が現地で浸透し、普及や活用につながるというストーリー、いわゆる「技術ドリブン」と称される手法に重きが置かれ過ぎていたのではないかとの認識が本研究における前提となる。技術移転を中心に据える手法は、現地機関の要望に沿った形で実施されることが多い一方、移転された技術を継続的に活用するための自律的な予算確保が困難であり、持続可能性に乏しい傾向が見られる。その結果、技術の効果が現地社会全体に十分に波及していないのではないかという問題意識が、JICA においても指摘されている。また、地理空間情報分野の技プロが実施済み（あるいは実施中）であるにもかかわらず、同じ国内で行われる他の技プロとの間での情報共有や連携がうまく取れず、他の技プロで必要な地形図を入手できないのではないかという懸念も JICA から指摘されている（図 6.1（左）参照）。

これに対し、第 1 章で述べた「地理空間情報の戦略的使用」は一つの解決策を与える可能性がある。したがって地理空間情報の戦略的使用が実現すれば、現地社会で適切な解決を求められるさまざまな課題に対し、それぞれの技プロがスムーズに連動する、いわば「課題オリエンテッド」の動きに貢献できることになる（図 6.1（右）参照）。なお、ここでは地理空間情報の技プロの成果も戦略的使用の対象として含まれており、適切な更新などが行われて価値を高める努力がなされていれば、選ばれる存在として排除されるものではないと考える。

本研究では上記の仮説に基づいて、地理空間情報の戦略的使用の実現可能性を以下の項目について、それぞれ検証した。

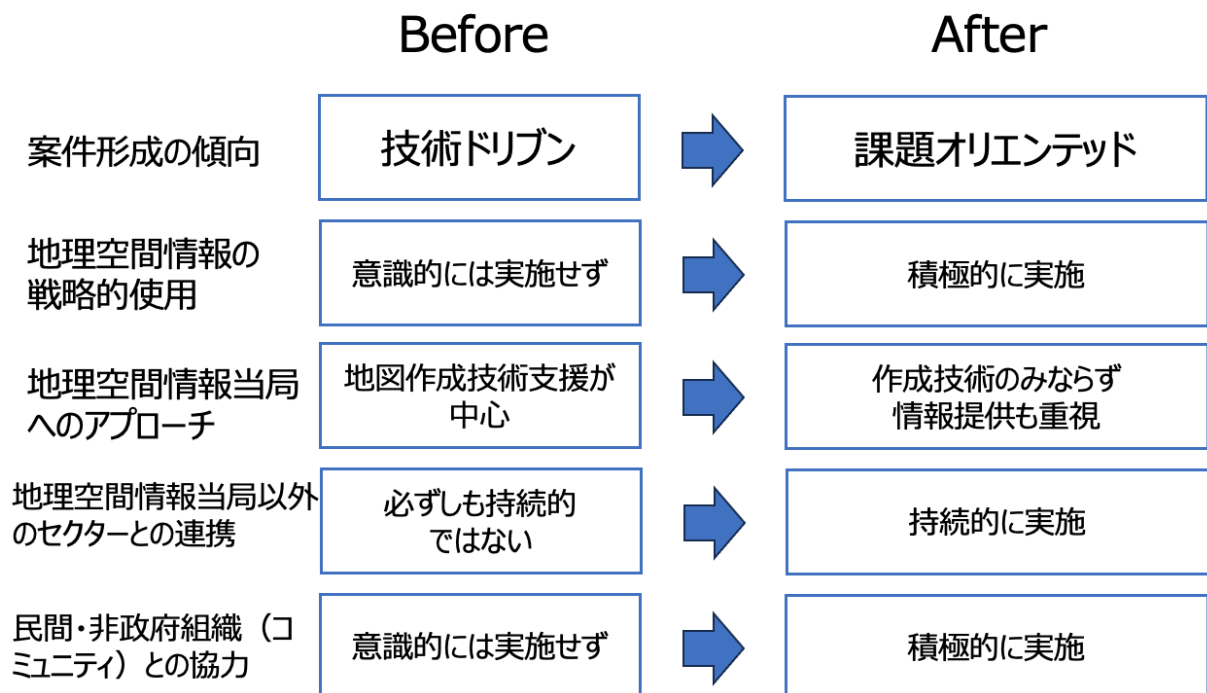


図 6.1 地理空間情報の戦略的使用の強化による Before/After の概念

出典: JICA 調査団作成

- (1) 近年の開発協力プロジェクトに見る実現可能性
 - (2) 本研究での実践作業を通じた実現可能性
 - a. CN 技術の導入による可用性の強化
 - b. SDG11 に関する地理空間情報の戦略的使用の実践
 - c. a.及び b.に関する海外（東ティモール及びタイ）での評価
 - d. オープンな実践のコミュニティとの連携及び産学官民が参加しうる仕組みの検討
- 以下、順に述べる。

6.2. 近年の開発協力プロジェクトに見る戦略的使用の実現可能性

本研究にあたり、地理空間情報の戦略的使用の実現可能性を吟味する目的で、近年実際に開発協力プロジェクト（原則として、地理空間情報を主体としたものを除く。）に関与した本邦企業を対象として、当該プロジェクトにおいて地理空間情報がどのような場面で必要とされ、どのようにしてそれを調達・入手したかという点をアンケート（質問・回答紙回収）方式により調査した。得られた回答を整理した結果について、表 6.2 に示す。なお、調査対象等の概略は以下のとおりである。

調査先：（一社）国際建設技術協会測量部会に所属する会員企業（5社）

調査年月：2025年6月

対象プロジェクト：JICAの技プロのほか、世界銀行や外国政府からの発注案件も含む

回答事例数：14件

表 6.2 地理空間情報の戦略的使用の可能性があり得た近年の事例

| No. | セクター | 国 | 分野 | 年 | 必要とした地理空間情報 | その調達方法・調達元等 |
|-----|----------|---------|------------------------|-------------|-------------|------------------------------------|
| 1 | 都市 | リベリア | 都市施設復旧・復興（道路、上下水道、排水等） | 2008 | 地形図 | 空中写真撮影→デジタル地形図 |
| 2 | 都市 | ネパール | 上水道 | 2015-2016 | 井戸や河川の位置 | OSM を利用したウェブ GIS を開発 |
| 3 | 都市 | ルワンダ | 都市交通改善 | 2021-2025 | 大縮尺のデジタル地形図 | 空中写真撮影＋既存 DEM（WB プロジェクト成果）→デジタル地形図 |
| 4 | 資源・エネルギー | スリナム | 電源開発 | 2017 - 2019 | 電力施設の位置 | GIS 管理用データベースを構築 |
| 5 | 資源・エネルギー | ブルキナファソ | 鉱業開発支援 | 2015-2018 | 地形図 | 測量局が技プロで習得したデジタル地形図を提供 |

| No. | セクター | 国 | 分野 | 年 | 必要とした地理空間情報 | その調達方法・調達元等 |
|-----|-----------|-------------|----------------|-----------|----------------------|---|
| 6 | 資源・エネルギー | 米領サモア・フィリピン | 発電所適地選定 | 2021 | 地形図／DEM | 衛星画像から作成 |
| 7 | 防災・環境 | マケドニア | 森林火災危機管理能力向上 | 2011-2014 | GIS のベースマップ | 不動産地籍局が有するデジタル地形図（2000年代に実施した JICA 開発調査の成果） |
| 8 | 防災・環境 | スリランカ | 防災（洪水・土砂災害） | 2015-2016 | 実際の災害地の DEM | JICA の別プロジェクトの成果を活用 |
| 9 | 防災・環境 | パラオ | 生態系管理 | 2022-2025 | 対象地域の GIS データベース | 既存資料から特定植生域を抽出→QGIS で管理 |
| 10 | 防災・環境 | パプアニューギニア | 森林管理(CO2 排出削減) | 2022-2025 | 対象地域（森林部）の土地被覆状況 | さまざまな衛星画像から情報取得 |
| 11 | 農林漁業 | インドネシア | 漁業監視 | 2021-2023 | SAR 衛星画像 | 効率的に画像を取得 |
| 12 | 農林漁業 | ケニア | 圃場整備 | 2024 | 対象地域の現況図 | 空中写真撮影（ドローン）→デジタル地形図 |
| 13 | ICT | パレスチナ | 地方財政改善 | 2012-2016 | 固定資産税管理用 GIS のデータベース | プロジェクト内で C/P が直営で取得 |
| 14 | 測量・地理空間情報 | セネガル | 地形図作成 | 2011-2013 | （地形図作成のプロジェクト） | ポータルサイトから無料で DL 可 |

出典: JICA 調査団作成

回答は任意であり、過去のあらゆるプロジェクトを網羅的に調査したわけではないという留保はつくものの、都市、資源・エネルギー、防災・環境、農林漁業、ICT といった多様なセクターで行われているプロジェクトで地理空間情報が必要な場面が見られた。すなわち、地理空間情報は、さまざまなセクターを横断する基盤的な情報として、既に利用され、必要とされていると言ってよい。

右欄の「調達方法・調達元」を見ると、例えば No.1（リベリア、都市）、No.3（ルワンダ、都市）、No.6（米領サモア・フィリピン、資源・エネルギー）では、必要な地理空間情報を新規に作成・購入しており、このプロジェクト実施ときに、仮に地理空間情報の戦略的使用の概念や技術が流布していれば、その活用を進んで検討するのではなかったかと推定できる。

また、No.2（ネパール、都市）、No.5（ブルキナファソ、資源・エネルギー）、No.7（マケドニア、

防災・環境)では、国内測量局が作成した地理空間情報を活用したり、オープンストリートマップ(OSM)のデータを用いたり、すでに戦略的使用の実践の萌芽も認められる。

この調査対象としたプロジェクトには、地理空間情報を主体としたものは含んでいない。ただし、No. 14 のセネガルの事例は、現地測量局のポータルサイトから地形図データが無償で入手できるとの内容であったので、戦略的使用の要素に該当するとみなして表に記載している。

以上のとおり、今回の調査結果からは、都市、資源・エネルギー、防災・環境をはじめとする数多くのセクターで地理空間情報が必要とされており、その戦略的使用の素地は整っていると考えられる。

6.3. 本研究での実践作業を通じた戦略的使用の実現可能性

本節では、第2章から第5章を通じて見てきた実践作業を通じ、地理空間情報の戦略的使用の実現可能性を改めて検証する。実践作業の詳細は各章に譲り、ここでは各章の結論を通じて確認できた内容を簡潔に記載する。

6.3.1 クラウドネイティブ技術の導入による可用性の強化

可用性の向上という観点で、「地図データを PMTiles 形式でクラウド上の外部プラットフォームから配信する」という CN 技術による手法を軸に検討を行った。技術的な確認と同時に、利用者の使いやすさを確認するため、ディリ(東ティモール)及びバンコク(タイ)のウェブ地図を作成し、UNDP GeoHub や SourceCooperative などのクラウド上で地理空間情報を共有・配信する外部プラットフォームを通じて配信実験も行った。

まず、既存のウェブ地図で用いられる GeoPackage というデータ形式を CN 技術で扱いやすい PMTiles というデータ形式に変換すると、ファイルサイズが約 10 分の 1 に圧縮されることを確認した。次いで、PMTiles とこれも既存のウェブ地図でよく用いられる GeoJSON での処理速度(データ表示速度)について、ローカルサーバー上のディリ市内の道路データをサンプルとして読み込み時間を比較すると、PMTiles の方が 2 倍以上速いことを確認した。また、表示には優れているが成果の分析には不向きな PMTiles 形式から、成果の分析が可能な FlatGeobuf と GeoParquet への変換も行い、これらの処理速度も比較した。これらの作業を通じて、今後の CN データ形式での扱いを見据えて、ベクターデータを CN データ形式に変換する際のワークフローの試案も示した(図 2.3)。

次に、生成したデータを保存・共有する外部プラットフォームを経由してウェブ地図として配信する実験を通じ、技術的には想定どおり活用が可能であることを確認した。実際には、SourceCooperative のほか、Humanitarian Data Exchange (HDX)、Amazon Open Data Sponsorship Program、G 空間情報センター、UNDP GeoHub といった複数のプラットフォームの使用を想定した検討を行い、①利用者の利便性を考えた分析ツール等の提供の有無、②大容量かつ多様な CN データ(CN 技術に基づくデータ)形式への対応の有無、③利用者にとっての使いやすさ、④データプロバイダーとしての認証機能(権威性)の有無、といった観点を挙げて、利用者が重視する点によって使用に適したプラットフォームの選択が異なることを述べた。また、使用するデータライセンスの明確化についても留意すべきことを指摘した。

6.3.2. SDG11に関する地理空間情報の戦略的使用の実践

SDG11（持続可能な都市とコミュニティ）は、安全で持続可能な都市や地域社会を目指すSDGsの一環であり、「誰一人取り残さない（No One Left Behind）」という理念がその基盤となる。この理念は、地理空間情報の活用により都市や地域の課題を「見える化」することで、すべての人々が都市や地域社会の持続可能性の恩恵を公平に受けられることを具体化し、SDG11の目標達成に寄与することが可能となる。こうした地理空間情報の戦略的使用を支える効果的なツールとして、ウェブ地図が重要な役割を果たす。ウェブ地図は、地理空間情報を視覚的かつ直感的に整理し、使用者に迅速にリーチできる特長を持つため、政策立案者や住民が課題を即座に理解し、具体的な行動に結びつけることが可能となる。また、ウェブ地図は住民参加を促進するプラットフォームとしても機能する。特に途上国では、ウェブ地図を活用することで情報格差を縮小し、効率的な資源配分を実現することが可能となる。また、オープンソース技術やクラウド運用による低コスト化により、技術的制約の多い途上国においても有効に活用できる。

地理空間情報の戦略的使用を実現するには、ウェブ上のオープンデータを活用し、必要な情報を地図上に展開の上、可視化するという方法が有力である。この手法を用いて、東ティモールを対象に、「公共交通のアクセス向上」（SDG11.2.1 関連）、「持続可能な土地利用計画」（SDG11.3.1 関連）、「大気汚染モニタリング」（SDG11.6.2 関連）及び「医療アクセス可視化」（SDG3.8.1 関連）に関する4種類の主題図が作成できることを確認した。

また、タイの首都バンコクを対象にして同様の手法の適用により、「人口の地理的分布と公共交通（駅・バス停）へのアクセス」（SDG11.2.1 関連）、「人口増加率（PGR）と土地利用率（LCR）の比率」（SDG11.3 関連）に関する主題図が作成できること、また地図上に重ね合わせた統計データの3次元（3D）表現や衛星画像と地図の重ね合わせ表示も問題なく行えることを確認した。

これらの実践結果から、SDG11 関連の主題図は、その主題に関する地理的オープンデータが存在すれば、基本的には作成できることを確認した。技術的な観点からは、扱うテーマはSDGsに限らず、一般的な主題図作成への応用も可能と考えられる。実際には、レイヤーの順序や配色の適切な設定のための操作性の向上や、機能の充実と使いやすさのバランスのよい仕様策定などが課題となる。

ウェブ地図というツールの導入によって、従来よりも多様な関係者が課題抽出や合意形成のプロセスに参加しやすい環境が整いつつある。その一方で、基盤的な地図だけではSDGsの達成をはじめとする社会的な課題への貢献は困難であり、課題に応じたさまざまな主題データの選定や地図表示上の考え方など地図に関する英知の結集が必要である。そのためには、地理空間情報技術者だけでなく、多様な分野の関係者や現場のステークホルダーと連携し、課題ごとに必要な知見やリソースを共有しながら、総合的なソリューションを構築していくことが求められる。

6.3.3. 海外（東ティモール及びタイ）での評価

開発協力の現場を想定して、戦略的使用の実現可能性検討の一助として、標記2か国での現地調査を実施した。現地調査の目的は、将来のプロジェクト実施機関及びオープンな実践のコミュニティを巻き込むために必要な機関に対して、CN技術の概要及びSDG11に関する地理空間情報の戦略的使用を例示し、対象国のデジタルトランスフォーメーション（DX）戦略や個別課題とどう連携できるか、そして今後の協力において相手国のオーナーシップによる課題解決と価値創造にどう貢献できるかを関係者と共に議論をすることである。これら2か国は東南アジア地域に属するが、地理空間情報の

整備・活用・公開状況、普及度や認知度、成熟度といった観点において、東ティモールは開発段階が初期にあるのに対し、タイは比較的成熟した段階まで達していると考えられる。これら2か国は国の開発段階が大きく異なるものの、以下に述べる状況にも鑑み、異なるステージの2か国を対比的に見て検討することは適切と判断した。

東ティモールにおいては、現在 JICA が地理空間情報整備に関する技プロ「東ティモール国適切な土地管理のための地形図作成能力向上プロジェクト」を実施中であり、同技プロのカウンターパート機関である国家地理情報センター（National Center for Geospatial Data: CNDG）をはじめとして、複数のステークホルダーが存在し、地理空間情報の戦略的使用に関してこれらのステークホルダーからのフィードバックや将来のコミットメントを得られる目処がついている。

他方、タイにおいては、すでに地理空間情報の整備と活用が進展しており、タイ地理情報・宇宙技術開発機構（Geo-Informatics and Space Technology Department Agency: GISTDA）や王立タイ測量局（Royal Thai Survey Department: RTSD）が中心となり、地図データや衛星画像データ、リモートセンシング情報を整備している。防災、都市計画、農業、森林分野での地理空間情報の利用も進み、UAV（無人航空機、ドローン）などの新技術も積極的に導入する機関がある。国としても情報化政策（Thailand Digital Economy and Society Development Plan）でデジタル化戦略が策定され、国が行うオープンデータガバメントセンターやシティデータプラットフォームを介した地理空間情報のオープン化が進められている。

東ティモールでの現地調査は2025年6月に実施した。地理空間情報のポテンシャルユーザ機関である統計局（INETL）及び住宅・都市化局（DGHU）を訪問して聞き取り調査を行ったほか、CNDGが主催のワークショップ「Workshop on Strategic Use of Geospatial Information in Timor-Leste」を開催し、18機関から計73名（うちJICA関係者5名を含む。）の参加を得た。通常の説明形式の発表に加え、JICA調査団が事前にオープンデータを使用して作成したウェブ地図によるデモンストレーションの後、参加者とともにそのウェブ地図を実際に操作しながらグループごとにディスカッションを行った。開発協力の余地が非常に大きい東ティモールでは、このワークショップの場を通じて、参加者から日本及びJICAの協力を期待する声が大きく聞かれる一方、地理空間情報の戦略的使用の概念についても違和感なく受け入れられた。東ティモールの場合は、多くの途上国と同様に通信環境や使用可能な機材のスペックなどの情報インフラの課題や地理空間情報をはじめとするデータに関する法整備面での課題等はあるものの、戦略的使用を実践する素地は整っている印象である。

一方、タイにおける現地調査は2025年8月に実施した。現地調査の目的は、本プロジェクト研究の活動内容を説明した上で、地理空間情報の戦略的使用の視点からウェブ地図の在り方について技術者の立場としての意見を確認することである。訪問先はGISTDA、王立タイ灌漑局（RID）の公的機関に加え、地理空間情報技術に関するコンサルティングサービスを専門とする民間企業であるi-bitz社である。

すでに政府の情報化政策（Digital Thailand Plan）が策定され、CN技術やオープンソースソフトウェアの導入、オープンデータの推進、複数の組織間でのデータ共有、企業による地理空間情報ビジネスなどが進んでいることから、これら3機関でのヒアリング調査では、いずれも地理空間情報の戦略的使用の考え方は当然であるかのように評価された。人材育成やデータの標準化等の課題は見られるが、戦略的使用のポテンシャルは十分に高いとの印象である。

海外調査の結果から総合的に考えると、調査対象2か国には発展段階の差は見受けられるものの、地理空間情報の戦略的使用の考え方は受け入れられるものと判断した。

6.3.4. オープンな実践のコミュニティとの連携及び産学官民が参加しうる仕組みの検討

東ティモールやタイにおいても、すでにオープンな実践のコミュニティとして OSGeo や OSM-C 等が活動し、政府機関や民間がウェブ地図技術を活用していることを確認した。このような状況を踏まえ、基本的に特定の政府機関を CP として進められる従来の技プロの枠組みに対し、例えば「連携パートナー」のような形で。民間企業や大学のほか、地理空間情報関係であればオープンな実践のコミュニティについても組み込めるような柔軟な発想も今後は求められよう。また、JICA 専門家の新しい役割として、多様なステークホルダー間の連携を促す触媒のような役割を担い、技プロ終了後も長く緩やかに関与を続けることも求められる。

一方、産学官民が参加しうる仕組みのプロトタイプ作りについては、今後は JICA 側では現地関係機関との間で文書による合意の取り付けが必要なこと、またコンサルタント側には継続的な活動のサポートが望まれることなどを整理した。

6.4. 戦略的使用のメニューオプション化

前節までに見てきたことから、地理空間情報の戦略的使用の素地は、技術的な面でも実践面でも、また対象国での受入可能性の観点でも、今日すでに十分に整っていると見える。地理空間情報は社会基盤（インフラ）案件をはじめ、資源・エネルギー、防災・環境、農林漁業、教育、保健・医療など極めて多くのセクター（分野）で活用される可能性がある。これまで「測量局の成果は古く、デジタルで公開されていない」といった声もあったように聞くが、戦略的使用の推進によって使用可能な地理空間情報の幅は確実に広がる。

試みに、各セクターにおいて地理空間情報の戦略的使用を進める目的を整理した案を図 6.2 に示す。

| 意思決定の質の向上 | 資源配分の効率化 | 透明性と説明責任の強化 | リスク管理・レジリエンス向上 | 民間セクターとイノベーションの拡大効果 | 国際協力・開発協力の進化 |
|---|---|--|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ○証拠に基づく政策立案が可能になり、直感や政治的判断に偏らない計画が作れる。 ○開発計画（道路、学校、病院など）の立地選定が科学的根拠に基づいて行われる。 ○政策効果のモニタリング・評価が空間的に検証可能。 | <ul style="list-style-type: none"> ○限られたODA・国家予算を優先度の高い地域への確に投入できる。 ○インフラ整備やサービス提供の最適配置が可能（例：最寄りの病院までの時間分析）。 ○重複投資や「取り残し地域」の発生を防ぐ。 | <ul style="list-style-type: none"> ○プロジェクト進捗を地図で公開することで、市民や国際社会への説明責任を果たせる。 ○オープンデータ化により市民参加・監視が促進され、ガバナンスが改善。 ○資金の流れや効果を可視化することで、汚職や不正利用の抑止。 | <ul style="list-style-type: none"> ○災害リスク（洪水・地震・干ばつ）を地図化し、事前の備えを強化。 ○気候変動への適応戦略（脆弱地域の特定、移住・農業適応策）を策定。 ○紛争・人道危機時の状況把握と迅速な対応を可能にする。 | <ul style="list-style-type: none"> ○物流、配車サービス、Eコマース配送など位置情報サービス産業が発展。 ○スタートアップや中小企業が地理空間情報を活用し、新しいビジネスモデルを生み出す。 ○投資判断の高度化（市場ポテンシャル、インフラアクセス、労働力分布の地理的分析）。 | <ul style="list-style-type: none"> ○開発機関が、プロジェクトを「空間的效果」で比較・優先順位付けできる。 越境的課題（流域管理、移民・難民移動、気候変動）は地理空間情報なしには把握困難。 DXの一環として、NSDI（国家空間データ基盤）の整備支援が戦略課題に。 |

図 6.2 地理空間情報の戦略的使用を進める目的（案）

出典: JICA 調査団作成

また、従来一般的に実施されている開発協力（従来型（仮称））と地理空間情報の戦略的使用を積極的に行う開発協力（戦略型（仮称））の対比案を表 6.3 に示す。

表 6.3 従来型（仮称）と戦略型（仮称）の開発協力の対比案

| 項目 | 従来型（仮称） | 戦略型（仮称） |
|--------------|--------------------------|---|
| 意思決定 | 主に過去の経験・現地調査・政治的判断による | 衛星データ・地図・人口分布・経済データなどを統合した科学的根拠に基づく |
| 計画立案 | 定性的・単発的な分析、プロジェクトごとに個別設計 | 空間的分析に基づく統合的計画（都市計画、インフラ配置、資源配分） |
| 資源配分 | 平面的・行政区ベース、経験や政治判断による | 空間的優先度に基づき、最大効果を得られる地域へ効率的配分 |
| プロジェクトモニタリング | 現場視察や報告書中心、タイムラグが大きい | リアルタイム／定期的に衛星画像やIoTセンサーで状況把握・効果検証 |
| 透明性・説明責任 | 曖昧な基準、情報公開が限定的 | オープンデータ、地図可視化により、ステークホルダー・市民のアクセス可能 |
| 災害対応・レジリエンス | 過去事例と現地報告による判断 | 災害リスクマップ、シミュレーション、早期警報システムによる迅速対応 |
| 持続可能性 | 部分的、セクターごとの対応 | 空間データで環境・社会・経済の相互影響を統合的に分析し、持続可能性を確保 |
| 民間セクター参画 | 投資判断が不透明、情報不足 | GIS・位置情報データで市場・物流・土地情報を提供し、投資促進や新産業創出 |
| 越境課題への対応 | 国境単位の対応が主流、情報共有困難 | 統一の地理空間情報基盤（NSDI等）で流域管理、移民・難民流動、気候変動等に横断的対応 |
| 成果測定 | 定量的評価が困難、時間がかかる | 空間分析による成果の可視化、進捗・影響の定量化・比較が容易 |

出典: JICA 調査団作成

上記の整理において、戦略型（仮称）を推進することにより、「より公平に」（誰が取り残されているかを地理的に把握）、「より効率的に」（限られた資源を最適活用、資源配分やサービス提供の改善）、「より透明に」（説明責任とガバナンス強化）を可能にし、開発協力や民間投資のインパクトを飛躍的に高める要素となると考えられる。

各セクターにおいて地理空間情報の戦略的使用を進める一案としては、例えば社会基盤構築に関する技プロ（地理空間情報当局を主たる対象としたものではない。）の中で、意識的に地理空間情報の活用を行うテーマをパイロット的にプロジェクト目標に組み込むことなどが考えられる。その際には、

戦略的使用の考え方に基づいてクラウド上のプラットフォームやオープンデータを積極的に使用し、具体的な課題等を把握しては改善するといった試行的・反復的なプロセスを繰り返すことも有効である。

ここでの主たる対象は、地理空間情報（特に地図作成）の作成・更新手法の技術移転を主体とする技プロではなく、各セクター（社会基盤整備を対象とするものとは限らない。）で担当する技プロ全般を想定する。また、戦略的使用の対象から当該国における測量局のデータを除外することを意味しない。前出の表 6.2 の No. 14 のセネガルの例のように、使いやすい形で測量局から地理空間情報が提供されていれば、戦略的使用の対象となりうる。個別の案件ごとに、課題に応じた最適な地理空間情報が利用されているかどうか重要である。

7. 電子基準点に関するより適切な協力手法と上位目標の整理

本章では、電子基準点に関する従来の技術協力の課題を改めて確認した上で、本分野の内外の専門家へのヒアリング等を通じて得られた知見も参考にして、衛星測位のより適正な協力手法と上位目標を整理した。

7.1. これまでの電子基準点に関する技術協力の課題

衛星測位とは、GPS や準天頂衛星などの人工衛星（GNSS 衛星）から送信される電波を受信し、受信機と各衛星との距離を測定することで、受信機の地球上における 3 次元位置を求める技術である。カーナビやスマートフォンの地図アプリで利用されているのも衛星測位（単独測位）であり、数 m の精度で測位できる。地上に電子基準点（CORS）などの基準局を設置し、これらの観測データを用いて、測量用受信機で取得したデータの誤差を補正することで、cm 級の高精度測位が可能となる。

CORS は GNSS 衛星の信号を連続観測する地上の施設で、日本では 1990 年代から地殻変動監視のために電子基準点網「GEONET（ジオネット）（GNSS Earth Observation System Network）」の整備が進められ、今では測量・地図作成、防災、リアルタイム高精度測位等に欠かせない社会基盤となっている（国土地理院、2025）。

表 7.1 に CORS を用いる基本的な高精度衛星測位の方式をまとめた。

表 7.1 CORS を用いる高精度衛星測位の方式

| 項目 | GNSS 測量 | 高精度リアルタイム測位 | |
|----------|---|--|---------------------------------|
| | スタティック方式 | シングルベース RTK (RRS) | ネットワーク型 RTK (VRS) |
| 特徴 | リアルタイム性なし。利用者が新点（測量したい点）で受信した GNSS データと、CORS の観測データを組み合わせ、CORS の座標を基準に後処理で新点の座標を算出。 | <p>利用者の受信機（ローバー）で受信した GNSS データに、サービス事業者が近傍の CORS データから生成・配信する補正情報をリアルタイムで適用し、瞬時に受信機の座標を算出。</p> <p>シングルベース RTK（RRS 方式: Real Reference Station）は最寄りの CORS を基準局としてリアルタイムキネマティック（RTK）測位を行う方式であり、基準局から離れるほど精度が低下する。一方、ネットワーク型 RTK（VRS 方式: Virtual Reference Station）は、複数の CORS の観測データを用いて利用者近傍に仮想基準局の観測データを生成し、これを基準に RTK 測位を行うため、広範囲で高精度な測位が可能となる。なお、補正情報生成には利用者の概略位置情報が必要。</p> <p>【注】 CORS がない場合、利用者は基準点等の座標既知点に設置した受信機を基準局としてローバーの座標を算出する。この基準局がインフラとなったのが電子基準点といえる。</p> | |
| 用途 | 測量、防災など | 測量、防災、ドローン・農機・建機等の制御など | |
| CORS の配点 | 数百 km 以内であれば数 cm 精度の確保が可能 | 概ね数十 km | 概ね 50km（最低 3 点の CORS で網を構成） |
| 留意点 | CORS からの距離に応じ 30 分～24 時間の観測が必要 | 数十 km 以遠では精度低下。無線や携帯電話の通信が必要 | 安定した通信が必要。補正情報生成のため高額なソフトウェアが必要 |

出典: JICA 調査団作成

<解説> GNSS 測位の基本

- ・ CORS (Continuously Operating Reference Station) は GNSS (Global Navigation Satellite System) 衛星の信号を連続観測する施設。日本では国土地理院が電子基準点として全国に設置し、地球規模の測地基準座標系 (International Terrestrial Reference Frame: ITRF) に基づく電子基準点の国家座標を公表し、公的な測量に位置の基準を与えている。
- ・ GNSS 測量 (スタティック方式) では、利用者が新点 (測量したい点) に置いた GNSS 受信機で観測したデータと CORS の観測データを組み合わせて後処理で計算を行い、新点の座標を 1~数 cm 程度の精度で求める。高精度リアルタイム測位では、サービス提供者が CORS のデータを加工して生成した補正情報を利用者の受信機に送り、受信機の座標を数 cm の精度で瞬時に求める。
- ・ GNSS 測量では、CORS からの距離が数百 km 程度でも長時間観測によって精度は確保できるが、リアルタイム測位の基本であるシングルベースリアルタイムキネマティック測位 (Real-time kinematic : RTK) 方式では、数十 km 以内に CORS が必要となる。複数の CORS を用いるネットワーク型リアルタイムキネマティック測位 (Network RTK : NRTK) 方式では、利用者の周辺に概ね 50km の間隔で CORS 網が必要となる。
- ・ 最近では近傍の CORS を使わない精密単独測位 (Precise Point Positioning : PPP)⁵³ のサービスも利用できるが (7.2 参照)、精度やリアルタイム性は RTK や NRTK 方式の方が優れている。
- ・ 衛星測位には、衛星からの信号が受信できないビルの谷間、屋内、地下、トンネル内で使えないという原理上の制約はあるが、従来の測量技術に比べて精度・効率がよく広域を簡単に測量できることから、GNSS 測量はどの国でも一般的な測量技術となっている。CORS がない場合は地上の測量用基準点 (地球上の位置 (緯度・経度など) や海面からの高さが正確に測定された、測量の基準となる点) に GNSS 受信機を設置する。ビルの谷間では GNSS 測量が可能な場所からトータルステーション (距離、角度を計測する測量機器) を用いてトラバース測量を行う。近年普及している 3 次元地図作成のための MMS では車両に搭載した慣性航法装置を使って GNSS 測位結果を補間し、トンネル内でも正確な位置に基づくレーザ計測や写真撮影を行うことができる。
- ・ GNSS は幾何学的な 3 次元測位なので、GNSS で得られる高さは、準拠楕円体 (地球の近似的な形) からの高さ (楕円体高) となり、従来の水準測量で得られる平均海面からの高さ (標高) は求められない。このため準拠楕円体から平均海面までの高さ (ジオイド高) を表すジオイドモデルを用いて、GNSS の楕円体高を標高に変換⁵⁴する。グローバルなジオイドモデル (EGM2008) の精度は概ね 20~30cm 程度なので、これより良い精度で標高を得るには、当該国向けに改良されたローカルなジオイドモデルが必要となる。日本では近年 3cm の精度を有する重力ジオイドモデル (JPGeo2024) が利用可能となり、標高を GNSS でより正確に求めることができるようになった⁵⁵。

53 1 台の測量用受信機で cm 級の高精度測位を行う方式で、RTK のような基準局 (近傍の CORS) を必要とせず、グローバルな CORS 網のデータから得られる補正情報 (衛星軌道、衛星時計、電離層情報など) を利用して測位精度を向上させる。ただし、cm 級の精度を得るには、20~30 分程度の収束時間が必要である。この収束時間を短縮させるための研究が精力的に行われている。

54 標高 (平均海面からの高さ) = 楕円体高 (衛星測位で決まる高さ) - ジオイド高 (準拠楕円体から平均海面までの高さ)

55 <https://www.gsi.go.jp/sokuchikijun/hyoko2024rev.html>

日本に続き、米国、欧州、ロシア、中国、豪州などでも、CORS を用いた GNSS 測量は、測量・地図作成、地籍調査、防災、インフラ整備等に正確な位置座標を提供し、国造りに不可欠な役割を果たしてきた。近年、CORS を用いた高精度リアルタイム測位サービスは、世界各国で建機、農機、ドローンの制御や自動運転等に活用され、地理空間情報と組み合わせて社会のデジタルトランスフォーメーション（DX）を進める道具となっている。

以上のような衛星測位・CORS の普及を踏まえ、2017 年以来、JICA は東南アジア等の開発途上国の地理空間情報当局等を実施機関として、CORS に関する技プロを実施してきた（表 7.2）。例えばミャンマーやカンボジアではパイロット的に整備した 5 点の CORS を用いて運用・維持管理に関する技術移転や利活用の促進を行った。またバングラデシュ、カンボジアでは、無償資金協力による全国規模の CORS 整備の支援を実施中である。

表 7.2 電子基準点（CORS）に関する JICA プロジェクトの概要

| 国名 | ミャンマー | バングラデシュ | タイ | カンボジア | セネガル |
|--------|---|--|---|---|--|
| 実施機関 | ヤンゴン市役所 (測量局も参加) | 測量局 (地籍は所掌外) | 測量局、土地局等 5 機関 | 国土省地籍地理総局 (測量も所掌) | 国土整備庁 (地籍は所掌外) |
| 実施前の状況 | ヤンゴン市周辺には CORS なし（プロジェクト中に測量局が首都周辺に CORS 5 点設置） | 測量局が CORS 6 点設置 | 測量局が CORS 80 点、土地局が 130 点、その他 3 機関が 30 点の計 240 点を設置（DC 5 か所） | 外国の ODA によって CORS 3 点設置（休止） | 世銀/ドイツが地籍プロジェクトのため CORS をそれぞれ 16/2 点設置 |
| 上位目標 | CORS が安定的に運用され用地の測量・地形図作成・土木工事等の迅速かつ効率的な実施に寄与 | 高精度で効率的な測量・地図作成。地理空間情報のデジタル化・高度活用のための基盤整備を通じたインフラ整備効率化 | 政府機関や民間での新たなビジネスやイノベーションの創出 | 土地管理のための効率的な地籍測量。社会インフラや住宅・オフィス等の開発・維持管理にも利用 | 地籍測量、地形図作成・更新。社会インフラ整備、都市計画整備の促進 |
| 活動内容 | 2017-19（技プロ） ● CORS 5 点及びデータセンター（DC）設置 ■ O&M 技術移転 政変のため技プロは中途終了 | 2019-（無償資金） ● CORS 73 点及び DC 設置（実施中） ■ O&M 技術移転（予定） | 2020-24（技プロ） ■ CORS 統合支援 ■ O&M 技術移転 ▲ 利活用促進（セミナー、パイロットプロジェクト等） 2026-（技プロ）予定 ▲ ビジネス展開の支援 ■ NCDC 品質向上 | 2021-24（技プロ） ● CORS 5 点及び DC 設置 ■ O&M 技術移転 ▲ 利活用促進（同左） 2024-（無償資金） ● CORS 94 点設置（予定） | 2024-（技プロ） ● CORS 5 点設置 ■ O&M 技術移転 ▲ 利活用促進（同左） |

●：CORS 施設の整備（機材供与や設置等） ■：運用維持管理（O&M）の技術移転 ▲：利活用促進

出典: JICA 調査団作成

これらの協力によって所期の成果は得られつつあるが、CORS や高精度リアルタイム測位サービスの運用・維持には一定の人員や予算が必要で、特に全国規模の CORS の維持は開発途上国にとって負担が大きいことから、プロジェクト終了後の CORS やサービスの持続可能性について懸念が生じている。

<参考> CORS の運用・維持に必要な人員や予算

- ・ 人員：CORS 及びデータセンターの保守を外注した場合、数名程度。
- ・ 予算：機材・ソフト保守（初期経費の 1 割/年）、更新（初期経費と同額/10 年）。

5 点の CORS とデータセンターを整備した場合、毎年、数百万円程度の保守経費が必要と

なる。

- ・ 点数が増えると保守経費も増えるので、約 1,300 点の電子基準点を運用する日本も予算確保に苦勞している（国土地理院、2025）。これまでの技術協力では、いくつかの国で利用者から料金を徴収する計画は存在するが、実現していない。上記の国土地理院調査でも地理空間情報当局が CORS サービスに課金している事例は北歐 3 か国のみである。

また、高精度測位の利用には利用者側にも相応の機材や技術が必要となるため、高精度測位の普及に時間を要しているケースもある。

さらに、我が国の一般会計 ODA 予算がピーク時の半分以下となる中、技術協力においてもより質の高い協力や、アウトプットに加えてアウトカムを得ることが求められている。

このため、本プロジェクト研究では、これまでの CORS に関する技術協力の内容や課題を踏まえ（本節）、衛星測位技術の動向等を調査の上（7.2 節）、国内外の GNSS の専門家にヒアリングを行い（7.3 節）、衛星測位のより適正な協力手法と上位目標の整理（7.4、7.5 節）を行った。

この間、プロジェクト研究のコンサル担当者は、セネガルの技プロの実施や、ヨルダンやタイ（フェーズ 2）の詳細計画調査に関与する機会があった。これらの経験を通し、開発途上国の測量や地籍に関する状況（産官学、利用者等の織り成すエコシステム）は国によって以下のとおりさまざまであり、初期のプロジェクト形成段階において、CORS や高精度測位サービスの持続可能性を担保するための調査が重要であることを深く認識した。

- ・ セネガルでは、世界銀行の融資に基づく地籍プロジェクトの一部（測地インフラ強化）と連携することで CORS インフラ整備の重複を避けることとなった。
- ・ ヨルダンでは、同国の地籍調査において地球規模の測地基準座標系への移行が未達成で、民間 CORS による高精度測位サービスにも課題が生じていることがわかり、その課題解決をプロジェクト目標とするよう働きかけた。
- ・ タイ（フェーズ 2）では、利活用定着のため、民間との共創を特に意識してプロジェクトの活動内容が検討されている。

7.2. 衛星測位技術の動向

JICA の技術協力は、単なる技術導入ではなく、社会課題の解決を目的とした課題オリエンテッドの支援である。CORS を含めた衛星測位技術は、公共事業や産業活動の現場の課題を解決するための手段であり、技術の導入自体が目的化してしまうと本末転倒となる。

とはいえ、“技術”協力である以上、プロジェクトにおいて中心となる技術は存在する。位置情報をベースに自然・社会・経済に関する情報や事象を分析・管理する地理空間情報分野では、高精度な位置情報を得るための技術として、衛星測位は極めて重要である。開発途上国の抱える社会課題解決に対して衛星測位・地理空間情報技術をどのように活用するのかを考えるのが、課題オリエンテッドの技術協力となる。本節では、衛星測位技術の動向を概観する。

JICA が 2021 年にとりまとめた「Society5.0 時代における地理空間情報の整備と利活用に係る情報収集・確認調査報告書」⁵⁶では、

⁵⁶ https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12341905_01.pdf

- ・ 2021年現在、GNSSによる高精度測位の手法としては、近傍の CORS を用いる伝統的な RTK や NRTK だけでなく、グローバルな CORS から得られた 補正情報を用いる PPP や、PPP の精度を高めた整数不確定性を推定する精密単独測位法（Precise Point Positioning with Ambiguity Resolution : PPP-AR）、また地域的な CORS のデータも併用して PPP の効率性を高めた精密単独測位型リアルタイムキネマティック測位（Precise Point Positioning - Real-Time Kinematic : PPP-RTK）の技術が実用化されている。そして、衛星運用国、国際学術機関（IGS）、民間企業等は、これらの技術を用いて、無償・有償でさまざまな高精度測位のサービスを展開している。いくつかの企業は、CORS の整備状況に応じて地域によって複数の技術を使い分けたサービスも提供している。このように GNSS 高精度測位のサービスは百花繚乱状態にあり、SDGs をはじめとする開発課題を抱える開発途上国に、さまざまな選択肢が用意されている。（当該報告書 p.95）とあるが、2025年現在、高精度測位サービスの百花繚乱状態はさらに進んでいる。

低価格 GNSS 受信機の性能向上、衛星運用国や受信機メーカーによる PPP サービスの拡充、民間事業者によるブロックチェーンを用いた世界的な RTK 網の構築、官民連携、国際的な枠組み等、さまざまな主体による近年の取組の例を以下に示す。これらの技術・サービスには開発途上国でも持続的に利用できる費用対効果の高いリーズナブルなものがあり、今後の活用が期待される。

① 受信機

高機能な GNSS モジュールを組み込んだ低価格受信機の費用対効果が向上している。代表的な u-blox 社の ZED-F9P モジュール（2 周波）や Septentrio 社の Mosaic-X5 モジュール（3 周波）の性能は、ハイエンドの測地用受信機に匹敵すると評価されている（Sieradzki and Paziewski, 2025）。これらに測量用アンテナとソフトウェア（RTKLIB⁵⁷）を組み込んだ低価格 GNSS 受信機が本邦企業（ビズステーション⁵⁸、レフィクシア⁵⁹）から 10～20 万円程度で入手可能である。従来の数百万円程度の測地用 GNSS 受信機と比較して個人事業者や中小企業でも導入しやすいため、普及が進んでいる。また、これらの低価格 GNSS 受信機はスマートフォンとの連携やシンプルな機能・設定など、専門的な知識を



図 7.1 低価格 GNSS 受信機の一例

（左：ビズステーション社 X パッケージ、右：レフィクシア社 LRTK Phone）

出典：各社ウェブサイト

57 高須知二氏（元東京海洋大学）が開発したオープンソースソフトウェア。各国で幅広く利用されている。

https://github.com/tomojitakasu/RTKLIB_bin/tree/rtklib_2.4.3

58 https://www.bizstation.jp/ja/droger/rtk_rcv_index.html?tab=function

59 <https://www.lrtk.lefixea.com/>

表 7.3 測地用 GNSS 受信機と低価格 GNSS 受信機の違い

| 項目 | 測地用 GNSS 受信機 | 低価格 GNSS 受信機 |
|------|---|--|
| 価格 | 百万～数百万円/台 | 数万～数十万円/台 |
| 性能 | mm～cm 級の測位が可能 | cm 級の測位が可能 |
| 維持管理 | 各国または地域に現地代理店を持つメーカーがほとんどで、故障の際の修理や部品交換等はメーカーの現地代理店等が対応可能 | 現地代理店を持たないメーカーもあり、その場合は管理者が自ら故障時の対応（新品を取り寄せて交換等）を行う必要がある |
| 備考 | 国際的な観測網（国際 GNSS サービス：IGS）では、Trimble（米国）、Leica（スイス）、Topcon（日本）、Septentrio（ベルギー）、NovAtel（カナダ）、CHCNAV（中国）等の製品が利用されている。 | CORS としての導入実績が限られているため、測地用 GNSS 受信機以上に慎重に機器を選定する必要がある。 |

出典: JICA 調査団作成

持たない者による利用も想定した設計がされており、測量以外の用途での衛星測位の利用拡大を後押ししている。7.3 節に示すとおり基準局として利用できる製品も販売されている。

② 精密単独測位（PPP）の補正情報サービス

PPP については、近傍の CORS を用いないグローバル PPP（収束時間 30 分、精度 10cm）のサービスや、地域的な CORS のデータを用いて収束時間を短くする PPP-RTK（収束時間 30 秒、精度数 cm）のサービスが多数実用化されている（表 7.4）。

我が国の準天頂衛星システムでは、2024 年 4 月からアジア太平洋地域を対象とするグローバル PPP（MADOCA-PPP）の補正情報が送信されている。さらに JAXA は収束時間を短縮するため各国と協力してアジア太平洋地域に CORS 網（MIRAI）を構築し、地域的な CORS データを使って PPP の収束時間の短縮に取り組んでいる（内閣府宇宙開発戦略推進事務局、2025）。次節の JAXA ヒアリングでは、2025 年 7 月の MADOCA-PPP の改善状況について説明がある。

一方、ドイツ連邦共和国では、長年 SAPOS と呼ばれる NRTK サービスが各州の地理空間情報当局によって運用されているが⁶⁰、2025 年 1 月から誰でもオープンデータとして利用可能な PPP-RTK のサービスを開始している⁶¹。補正情報の配信には、広域かつ低遅延での配信が可能な「デジタルラジオ」（Digital Audio Broadcasting : DAB）が利用される。

日独政府による PPP 系サービスの導入背景には、PPP が同一の補正情報を多数の利用者に対して放送型で提供可能で、利用者ごとに異なる補正情報を配信する NRTK（特に VRS 方式）に比べて、マス・マーケットに適しているという点がある。一方、日独で異なるサービス形態が取られていることは、衛星測位の発展は一様ではなく多層的で、単一の技術的処方箋がすべての国に適用可能とは限らず、投資効果や政策優先順位を踏まえた柔軟な対応が求められることを示唆している。

60 <https://sapos.hvbg.hessen.de/>

61 <https://gepos.sapos.de/>

表 7.4 実用化されている PPP 及び PPP-RTK のサービスの例

| サービス名称 | 原理 | 実施主体 | カバー範囲 | 経費・アクセス | 備考 |
|---------------------------------------|--|-----------------------|---------------------------------------|---------------------------|---|
| MADCOA-PPP | 準天頂衛星システム L6 信号による補正情報配信 | 内閣府 (日本) | アジア・オセアニア | 無料 (登録制) QZSS L6 受信が必要 | 地域的 CORS データを用いた収束時間短縮を検証中 |
| SAPOS GEPOS | デジタル放送を用いた PPP-RTK 補正情報の配信 | 連邦・州政府の測量局 (ドイツ) | ドイツ全土 | 無料 | cm 級精度 |
| TAP (Tersus) ⁶² | 衛星通信によるリアルタイム PPP 補正 | Tersus GNSS (中国) | グローバル | 専用受信機 + 契約 | 収束時間 3 分以下、cm 級精度 |
| LiGHTHOUSE PPP ⁶³ | ①広域及び狭域補正情報 ②広域情報 | LiGHTHOUSE 社 (日本) | ①日本全域 + 海上 ②グローバル | 大規模ユーザ数を想定する事業者向け (個別見積) | ①収束時間 1 分、6cm ②収束時間 30 分、6cm |
| TerraStar-X ⁶⁴ | RTK From the Sky 技術 ⁶⁵ による即時収束 PPP 補正 | Hexagon/NovAtel (カナダ) | グローバル (GPS, GLONASS) | 有償 (試用あり) | 収束時間 1 分未満、水平精度 2.5cm |
| TerraStar-C PRO ⁶⁶ | マルチ GNSS 補正による高速収束 PPP | 同上 | グローバル (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou) | 有償 (試用あり) | 収束時間約 3 分、水平精度 2.5cm |
| Trimble CenterPoint RTX ⁶⁷ | 静止衛星または IP 経由での PPP 補正情報配信 | Trimble (米国) | グローバル (高速領域あり) | 有償 (時間契約制) | 収束時間 1~3 分、ProPoint 技術搭載で高速化 |
| Topnet Live PPP ⁶⁸ | 静止衛星からの PPP 補正情報配信 | トプコン (日本) | グローバル | 有償 (試用あり) | 収束時間 5 分、水平精度 50cm または収束時間 20 分水平精度 3cm |
| Hemisphere Atlas ⁶⁹ | Atlas GNSS 補正サービスによる PPP 測位 | Hemisphere GNSS (米国) | グローバル | 有償 (ライセンス契約) | 収束時間 10~40 分、水平精度 8~50cm |

出典: JICA 調査団作成

以上のとおり、50km に 1 点といったローカルな CORS がなくても、10cm 精度の準リアルタイム測位は可能になりつつある。しかしプレート運動によってどの国でも年間数 cm は動く動的な地球において、位置の基準である地球規模の測地基準座標系を精度良く保持するためには、CORS は引き続き必要な施設である。

③ CORS を用いた新たなビジネスモデル

仮想通貨を報酬として個人宅などの屋上に設置された低価格 GNSS 受信機から観測データを取得し、そのデータをブロックチェーン上で管理・流通させることで、一般利用者に対して有償で RTK 測位サービスを提供する新たなビジネスモデルが急速に広がっている。

- ・ 分散型物理インフラストラクチャ (DePIN) として 2021 年に米国人によって設立された GEODNET は 2025 年 9 月現在 142 か国に 14,011 の基準局が登録されており世界最大の CORS 網とされている。基準局には 3 周波・4 衛星系対応の受信機が設置され、その位置はカナダ天

62 https://www.tersus-gnss.co.jp/product/tersus_advanced_positioning

63 <https://lighthousec.jp/service03.html>

64 <https://novatel.com/products/gps-gnss-correction-services>

65 <https://novatel.com/products/gps-gnss-correction-services/terrarstar-correction-services>

66 <https://novatel.com/products/gps-gnss-correction-services/terrarstar-correction-services>

67 https://www.nikon-trimble.co.jp/products/product_detail.html?tid=90

68 <https://www.topconpositioning.com/solutions/technology/infrastructure-software-and-services/topnet-live-corrections>

69 [hemispheregnss_atlas_brochure_web.pdf](#)

然資源省（NRCAN）のオンライン PPP サービスによって決定されている。（Horton et al., 2023; Horton et al., 2025）。

- ・ 同様なサービスは、スイス拠点の Oconoy⁷⁰ 等も提供している。
- ・ これらの利用には毎月 40～50 ドルの費用がかかるため、このビジネスモデルが定着するかどうかは、今後の市場動向に左右されると考えられる。

④ 日本での官民連携の深化

日本では、政府（国土地理院）が行政目的のために全国整備した約 1,300 点の電子基準点を活用して民間企業が高精度リアルタイム測位サービスを提供するビジネスモデルが定着していたが、近年、電話会社等の民間企業が自ら CORS を整備して測位サービスを行う事例が出てきた。このため国土地理院は民間等電子基準点を登録する仕組み⁷¹を作り、測地基準座標系の統一を図っている（国土地理院、2025）。このうちソフトバンクは、自社の携帯電話基地局 3,300 点に GNSS 受信機を設置し、そのデータを用いて全国で RTK 測位を行うサービス「ichimill」を提供していたが、その新プランとして 2025 年 10 月からは国土地理院の電子基準点データを活用した NRTK 測位のサービスを開始した⁷²。電子基準点データを利用するため、このサービスは公共測量でも使用できる。衛星測位の技術と事業モデルはますます多様化している。

⑤ GNSS の代替手法

GNSS のジャミング問題の解決策として、Starlink のような低軌道衛星（LEO）を測位（PNT）に用いる計画を日米欧が有している⁷³。さらに衛星を全く利用しない量子センサー（磁力、重力）とマップマッチングを利用した航法も検討されている⁷⁴。これらの技術が実用化・高精度化されると CORS の必要性にも変化が生じる可能性があるが、今後 10 年程度では技術協力での実用は難しいと思われる（次節のヒアリング結果も参照）。

⑥ 国際的な枠組み

衛星測位の技術動向に加え、地球規模の測地基準座標系に関連して、2015 年の国連総会決議（宮原、2018）や、国連地球規模の地理空間情報管理に関する専門家委員会（United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management : UN-GGIM）の活動、国際測地学協会（IAG）による国際 GNSS サービス（International GNSS Service : IGS）⁷⁵について調査した。

UN-GGIM やその活動の一環としてドイツに設置された国連地球規模の測地連携拠点（United Nations Global Geodetic Centre of Excellence : UN-GGCE）では、衛星測位を支える縁の下の力持ちであり「測地サプライチェーン」の重要性に関する PR 活動や、GNSS に関する人材育成に取り組んでおり、著名な測地学者が吟味して作成した技術資料がウェブで公開されている⁷⁶。

70 <https://onocoy.com/>

71 <https://www.gsi.go.jp/eiseisokuchi/eiseisokuchi41030.html>

72 <https://www.softbank.jp/biz/news/other/20251001/>

73 <https://frontiersi.com.au/wp-content/uploads/2025/01/FrontierSI-State-of-Market-Report-LEO-PNT-2024-Edition-v1.1.pdf>

74 <https://q-ctrl.com/blog/q-ctrls-new-maritime-quantum-navigation-solution-successfully-undergoes-first-defense-trials-at-sea>

75 <https://igs.org/>

76 <https://ggim.un.org/UNGGCE/#capacity-development>

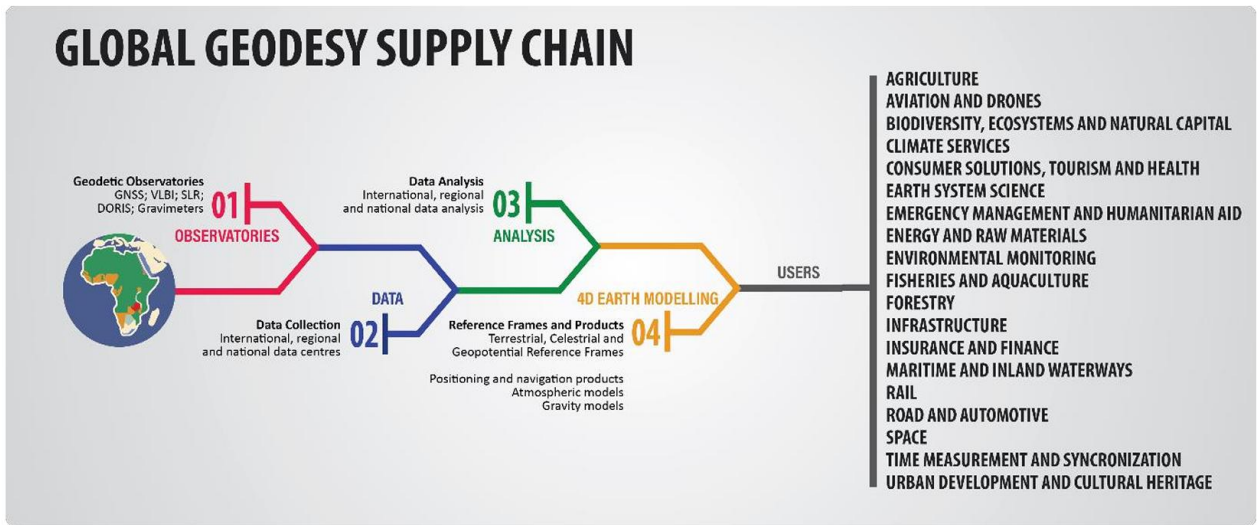


図 7.2 測地サプライチェーン

出典：UN-GGCE Strategy and Operating Plan v1.0 (Dec 2023)

組織目的の違いから、JICA のようなドナーが国連や国際学会と直接連携した活動を行うことは難しいが、こうした資料を技術協力で活用することは、プロジェクトの実施機関の地球規模の測地基準座標系への意識を高め、相手国の CORS の IGS への登録を促進し、国際協調の実現に資するものとなるであろう。後述の国土地理院専門家とのヒアリングでも、その効果が期待されることが表明されている。

7.3. 専門家ヒアリング

2025 年 5 月から 9 月にかけて、国内で 6 件（国土地理院、JAXA、ソフトバンク、ジェノバ、ビズステーション、レフィクシア）、海外で 2 件（Leica Geosystems、タイ国チュラロンコン大学）の専門家ヒアリングを実施し（表 7.5）、貴重な知見、情報、ご意見を頂いた（表 7.6）。

また、これらに追加して、電子基準点の需要者（活用者）の視点からのご意見を得るため、2026 年 1 月に国内 1 件（スカイマティクス）のヒアリングを実施した。

表 7.5 ヒアリング実施記録

| NO. | 面談日 | 面談者 |
|-----|-----------------|--|
| 1 | 2025 年 5 月 21 日 | 国土地理院 |
| 2 | 6 月 10 日 | ビズステーション（低価格 GNSS 受信機等の製造・販売者） |
| 3 | 6 月 11 日 | レフィクシア（低価格 GNSS 受信機の製造・販売者） |
| 4 | 7 月 7 日 | ジェノバ（高精度測位サービス事業者） |
| 5 | 7 月 11 日 | ソフトバンク（高精度測位サービス事業者） |
| 6 | 7 月 30 日 | JAXA（衛星測位技術統括） |
| 7 | 8 月 27 日 | スイス Leica Geosystems（アフリカ等で CORS 整備の経験を有する機器メーカー技術者） |
| 8 | 9 月 10 日 | タイ・チュラロンコン大学測量工学部教授 |
| 9 | 2026 年 1 月 22 日 | スカイマティクス（JICA Biz を通じたカンボジアでのインフラ整備ビジネス支援実績のある事業者） |

表 7.6 専門家ヒアリングのまとめ

| 専門家・質問内容 | 知見、情報、ご意見等 |
|--|---|
| <p>国土地理院</p> <p>国家 CORS の意義とあり方</p> | <ul style="list-style-type: none"> - 国土地理院が CORS に求める価値は、測地基準座標系、位置の基盤を与えるところにある。10 年後、20 年後にも同じ位置情報にアクセスできることが社会安全保障も含めて重要と考えており、測位の基盤は社会基盤として認識している。 - 国の CORS の最も本質的な機能は、国が「この位置は正しい」という保証機能かもしれない。土地管理には、国が座標の正しさを保証することが必要で、その裏付けとして国際基準への準拠が重要。 - 日本のように国が CORS を全国に高い密度で設置している国は特殊である。先進国のある程度 CORS を設置している国では、測位の基盤である基本的な測位インフラやそれを用いたサービスは国が整備して公共財として扱い、付加価値のある測位サービスは国が利用者に有料で提供する、もしくは民間に任せざるを得ないという認識になっている。CORS の設置も民間がニーズに合わせて密に設置するという形が取られており、その上で、民間が設置した CORS のデータを国が使うことの是非やその方法が議論されている。例えばシドニーでは、民間が設置した CORS の運用費をある程度肩代わりするのと引き換えに国がデータを使わせてもらうという仕組みを作っている。アメリカにも同様な仕組みがある。 |
| <p>測位の基盤について</p> | <ul style="list-style-type: none"> - 測位の基盤の整備の目的は国によって様々。国が行う理由の説明として一般的に理解が得やすいのは安全保障と防災である。また、土地は国の財産であるため、土地管理は特に重要視され、担当機関は予算も権限もある。 - “測位の基盤“は、何のための基盤なのかによって求められるレベルが変わる。自国の国境や地図が、他国と同じ基準で作られているのを主張するための基盤とする国の場合は、設置した CORS のデータから座標値が継続的に求められ、それが国際的な基準とずれていないことが基盤に求められるレベルであろう。日本では、十分な迅速性でデータが取得され、座標値を算出し、利用者がその座標値を参照して自分の位置決定ができることが求められるサービスレベル。大規模なインフラの工事に使うのであれば、国全体もしくは、ある程度の範囲内で位置がずれないことや、アクセスできる状態が必要である。自分のデバイスで位置情報を得られ、少子高齢化に伴いスマート農業、ドローンが使われる中、位置がずれるとトラブル、訴訟になるとすれば、常に位置情報が保証されるアクセスポイントを提供できることが基盤として必要なレベルとなる。 - 測位基盤として CORS により測位で位置を与える性能は、地殻変動の有無にはよらず、CORS の密度で決まるため、位置情報へのアクセスのニーズが多い、例えば、都市部では、CORS を多数設置する戦略がありうる。一方、地殻変動の複雑な国では、地殻変動の補正に必要な CORS の数が、変動の複雑さに応じて増えるため、基準座標系の管理において CORS を多数設置する価値が高い。 - 測地基準座標系へのアクセスツールがほとんど衛星測位だけになったことも重要な観点。衛星測位と一体化して基盤の持続性を考える必要がある。 |
| <p>測位サービスと測位の基盤</p> | <ul style="list-style-type: none"> - わかりやすい社会裨益に特化した測位サービスは受益者及び費用負担者が明確で、サービスの要求水準が定義しやすくなるが、測位の基盤がなければ測位サービスが成立しない。 - 何のための測位サービスなのかが明確であれば、課金ができビジネスモデルが成立しやすくなる。基盤側に振ると、公益性が高く国が基盤イン |

| 専門家・質問内容 | 知見、情報、ご意見等 |
|---------------------------------------|--|
| | <p>フラとして負担すべきとなって、受益者負担とするビジネスモデルは難しくなる。開発途上国の場合は特にその傾向が強く、測位サービスを展開したとしても、受益者負担が可能なだけ利益を生む活用分野がないために、国がサービスの運用をすべて負担することになりやすい。</p> <ul style="list-style-type: none"> - JICA のプロジェクトでは、測位サービスを用いて特定の従点分野における課題解決を目指すことは理解できるが、国家座標を維持するための最低限の測位の基盤は、本来、すべての社会活動の基盤となるもので、特定の分野を受益者として設計すべきではない。位置基盤として国が提供、維持すべきレベルの測位基盤を明確にして基盤自体の構築と維持を目的として行うべき。 |
| 国際協働事業との連携 | <ul style="list-style-type: none"> - 相手国の測地基準座標系が近代化されていない場合、ITRF とローカル座標の座標変換を実現しなくては、過去の地図等、それまでの地理空間情報が、CORS から得た ITRF 座標と重ならず、活用が制限され、CORS の導入効果が低くなる。一方、ITRF 系になっていれば、マイナーチェンジによる裨益は余りないだろう。 - UN-GGCE の開発途上国向けワークショップ資料の技術移転での活用は、フィードバックを通して開発途上国のニーズ把握につながり、UN-GGCE にも有益であろう。また、JICA プロジェクトを通じて開発途上国政府の IGS への参画を後押しすることは、IGS の標準を満たす CORS が整備され、安定運用される場合には、IGS にとっても有益であろう。 |
| ビズステーション（低価格 GNSS 受信機等の製造・販売者） | |
| 海外展開への関心、CORS としての利用について | <ul style="list-style-type: none"> - GNSS 機材の海外展開に関心があり、日本で購入したユーザが海外で利用している実績がある。注文があれば、海外の企業にも直接販売できる。電波法の認証として多くの国が準用している欧州 CE 規格を取得するための書類も作成済み。 - 基準局として利用できる製品も提供している。国土地理院の電子基準点として採用できるか国土地理院に確認した際、ほとんどの要件を満たしていた。そのため、CORS への利用も可能と認識している。 - 国内でビズステーション製品のユーザ向けに無償で提供している NTRIP キャスター⁷⁷（中継サーバー）は、海外でも利用可能。NTRIP キャスターは 24 時間 365 日稼働している。通信が原因でサービスが止まることはあるが、製品自体が原因で止まったことはない。 |
| レフィクシア（低価格 GNSS 受信機の製造・販売者） | |
| 海外展開への関心、CORS としての利用について | <ul style="list-style-type: none"> - 海外展開を既に始めており、測位・3D スキャンがすぐに行える製品やサービスを提供している。ソフトウェアは英語対応済み。 - 日本で数十台程度、基準局用途での販売実績がある。 |
| ジェノバ（高精度測位サービス事業者） | |
| 開発途上国における持続可能な測位サービスの実現に向けた支援について | <ul style="list-style-type: none"> - 測位サービスがビジネスとして成立するには、公共測量での使用が許可あるいは推奨される、GNSS 受信機が普及している等の環境が整っている必要がある。日本のように、官民で連携して作業規程等のルールを見直す枠組みも必要。 - 開発途上国には短期的な支援だけでなく、長期的な支援が必要ではないか。数年間のプロジェクトで開発途上国に技術移転して定着させるのは、かなり難易度が高い。施設の整備やその運用維持管理に関する技術移転に加えて、利用普及を支える仕組みづくり（作業規程等への組み込み等）の助言も必要。 |

77 NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) は、GNSS 補正情報 (RTCM 形式) をインターネット経由で配信するための通信プロトコル。CORS (基準局) のデータを NTRIP サーバーで NTRIP キャスターに送り、さらに NTRIP クライアント (利用者の受信機) に配信することで、RTK 測位が可能となる。

| 専門家・質問内容 | 知見、情報、ご意見等 |
|-------------------------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - 開発途上国の CORS が持続可能なものとするには、維持管理予算及び必要な人員の確保に加えて、パートナーとなり得る現地の民間企業の存在も重要。開発途上国で日本の配信事業者が費用対効果を得られるほどに市場が成長するには時間がかかると思われるため、基本的には相手国政府が主体となり、現地企業と連携して対応すべきものとする。 |
| ソフトバンク（高精度測位サービス事業者） | |
| 開発途上国における測位サービスについて | <ul style="list-style-type: none"> - 開発途上国の政府が運営する CORS の配信サービスの請負、新たなビジネス展開ともに関心がある。東南アジアや中東で高精度測位サービスの F/S 調査を行っている。 - 知財権との兼ね合いもあるが、開発途上国に対して自社で扱う機材やソフトウェアを用いたトレーニングによるスキルの移転は可能である。 - 開発途上国でデータ配信を担うことを検討する場合、配信データに国の測地基準が採用されており、公共測量に利用できるものであることが重要である。 - 現地でのニーズや市場拡大が見込めることが参入のポイントとなる。公共測量での利用があれば最低限の収入は期待できる。その次の段階として自動運転やドローンでの活用が期待できる。大きなビジネスになるかどうかは、その国の発展状況によって変わる。 - 配信サービスの利用分野として、測量、建設、農業、自動車の自動運転、船舶、物流、ロボット、スマートシティ、災害予測などがある。 - 開発途上国の政府が運営する CORS の維持管理業務の請負について、機材の維持管理だけでなく CORS 網の調整も含むものであれば関心がある。請負の検討にあたっては、法律上、外国企業が担うことができるか、その際税制的なライセンスは必要かといった点を確認する必要がある。もし外国企業で請け負えなければ、現地の協業先が必要である。 - ソフトバンクの CORS は、日本では地殻変動の分析のためにもデータを提供している。地殻変動検知のようなものも輸出できると良いと考えている。 - 日本では RRS 方式だけでなく VRS 方式でも配信している。VRS ソフトウェアは独自開発なので、国産技術として海外でも展開していきたい。 |
| JAXA（衛星測位技術統括） | |
| MADCOA-PPPの改善と7機体制確立以降のサービス性能改善について | <ul style="list-style-type: none"> - 2025年7月の主な改善点は、補強対象の衛星系を増やしたことと、多周波・多チャンネル対応である。これらによって、（地域的な CORS による）電離層補正情報を入れなくても、収束時間が従来の30分から10分程度に短縮される見込み。さらに電離層補正情報の利用により1分程度で仕様の精度（水平30cm、高さ50cm）は出せると期待している。収束時間と精度はトレードオフ関係にあり、1分で20cmは可能だが、1cmは難しい。 - みちびき7機体制（2027年～）では基本性能として通常の2周波のコード測位だけで1m精度を達成するのが目標である。そのために5号機以降の衛星に搭載する衛星間測距装置と衛星-地上局間双方向測距装置を新規に開発、衛星の測距精度改善に取り組んでいる。補正情報を配信する衛星が増えるのでロバスト性は高まり、MADCOA-PPP を使えるエリアも東西に広がる。 |
| 海外におけるMADCOA-PPPとCORSの活用について | <ul style="list-style-type: none"> - タイ、インドネシア、フィリピン、ベトナム、カンボジア、豪州で、政府機関等とMADCOA-PPPを用いた広域補正情報等の実証研究段階にある。 - 今後の衛星測位の協力は、MADCOA-PPPと現地CORS網のデータを使って現地のアプリケーションをスケラブルに展開することがポイントではないか。国家座標の維持管理、ITRFへのアラインに必要な一定数の測地グレード（高品質な）基準点網に加えて、例えば、国ごとに、 |

| 専門家・質問内容 | 知見、情報、ご意見等 |
|--|---|
| | <p>初期収束時間が短く高精度な測位が必要な地域にはローカルな CORS を置き、通信環境等が未整備な地域が広ければ、そこでは MADOCA-PPP を使うような新しいアプローチは可能だと考える。スケーラブルに拡張可能な、地域的にも、使うアプリケーションの成熟度にも応じて、設備や機能を追加できるような、現地の状況やニーズに合わせたサービスを組み立てていくのがよい。電離層補正生成用や、短基線 RTK 用の基準局として測地用の高額な受信機ではなく低価格 GNSS 受信機を活用する方法もあると思う。まずは、MADOCA-PPP を活用、地域全体で、地上の通信回線インフラの多寡によらず高精度測位利用可能な環境を整備し、更なる高精度や瞬時 FIX などの高い性能要求がある人口稠密地域からローカルな CORS を段階的に追加していく。これら高いサービス性能要求に対しては利用料徴収を行うなどによって現地における CORS 網の維持管理コストを補うことで、持続可能な CORS 網構築の一助になるのではないかと考えている。</p> <ul style="list-style-type: none"> - QZSS サービスエリア外での MADOCA-PPP サービスの提供については、低周回衛星による測位コンステレーションを用いたアプローチについて技術的な検討は行っているが、まだアイデアの段階。コンステレーション構築コスト、事業性の課題がある。 |
| 高精度衛星測位技術の動向について | <ul style="list-style-type: none"> - 低周回衛星測位 (Low Earth Orbit - Positioning, Navigation, and Timing : LEO-PNT) は、技術的な実現性はあるが、ビジネスとして収益を上げ事業が成立するかが鍵になる。 - 欧州や中国、ロシアは、衛星測位をマルチレイヤーにしている。その代表が LEO-PNT。 - IGS でも LEO-PNT について協議している。RINEX フォーマット (世界的に使用される GNSS 観測データの標準フォーマット) の拡張は既に議論中。LEO-PNT のメリットは、早い視線速度の衛星の利用による幾何学的配置変動による搬送波測位の収束時間の高速化、強い信号強度による耐干渉性向上、衛星数が増えることによる抗堪性向上、非 GNSS 依存システムでは既存 GNSS のバックアップ等が挙げられる。 - スプーフィングを考えると、CORS でも代替手法が必要になるかもしれない。 |
| スイス Leica Geosystems (アフリカ等で CORS 整備の経験を有する機器メーカー技術者) | |
| アフリカにおける CORS プロジェクトについて | <ul style="list-style-type: none"> - アフリカでは多くの CORS プロジェクトが、長期的な持続可能性を前提として設計されていない状況。国家測地機関が CORS の運用・保守に苦慮している。ドナー支援終了後の財政的持続可能性が最大の懸念事項である。また、技術者育成が成功しても、民間への人材流出が多く、維持が困難である。 - JICA におけるパイロット的な少数の CORS 整備・利活用には肯定的。 - 数少ない成功事例はルワンダで、2012～2014 年に SIDA (スウェーデン) 支援で 10 点の CORS 局が設置され、現在も稼働中。プロジェクト終了後も SIDA が少額の運用費を継続支援 (2 年毎に 3 万ドル程度) している。サブスクリプションへの課金による収益化計画はあるが、毎年延期している。(※2025 年 9 月に JICA 研修のため来日したルワンダ NLA の担当者に確認したところ、現在は利用者への課金を行っているとの情報が得られた。) - 持続可能性の向上には、CORS の運用・保守業務を国内民間セクターに委託することが有効であろう。民間の専門性とサービスモデルによって、公共負担を軽減するとともに技術的信頼性を確保することができる。実現には、適切な契約構造と監視体制が必要である。 |
| GNSS 高精度測位の動向 (Global PPP、PPP- | <ul style="list-style-type: none"> - Hexagon 社 (Leica+Novatel) は、Terrastar/SmartNet で高性能なグローバル PPP サービスを提供 (収束時間 3～10 分、精度 2cm) している。 |

| 専門家・質問内容 | 知見、情報、ご意見等 |
|----------------------------|---|
| RTK、DePIN、低価格受信機等) | <ul style="list-style-type: none"> - PPP-RTK はマス・マーケット向けに有望で、グローバルな民間供給者だけでなく、地域政府の管理下での展開が期待される。NRTK と異なり利用者の概略位置を知らなくても補正できる放送型の PPP は、将来的には数万規模のエンドユーザ対応も可能であり、自動車分野での利用が主となる見込みである。(PPP-RTK では高密度の CORS は不要という考えもあるが) PPP-RTK で NRTK と同じ性能を求めるなら、電離層擾乱が大きい現状では同程度の密度の CORS が必要ではないか？ - GEODNET や Onocoy などの分散型 RTK サービスは現時点で収益化には至っておらず、持続可能な規模への成長を目指している段階と理解している。測量技術者や重機制御、農業分野のプロが SLA (サービスレベル契約) のないサービスに対して料金を支払うとは考えにくい。 |
| タイ・チュラロンコン大学測量工学部教授 | |
| CORS の運用・維持管理のコスト削減策について | <ul style="list-style-type: none"> - 24 時間 365 日稼働が必要なインフラである CORS の構築に、信頼性が不十分な低価格 GNSS 受信機を使用することは推奨しない。導入コストを下げられても、故障が多ければメンテナンスコストが高くなることに留意する必要がある。利用者側のローバーとしての利用には適しているだろう。 - オープンソースソフトウェアで CORS の運用や NRTK の補正情報サービスができればコストを大きく削減できると考えられるが、NRTK 用の補正情報サービスを行うオープンソースソフトウェアは聞いたことがない。 - NRTK サービスの提供には高額なソフトウェアが必要なため、cm 精度のニーズがあるが予算に制約があるという場合において、シングルベース RTK は有効な選択肢である。ただし、シングルベース RTK の場合 CORS からの距離が長くなると十分な精度が得られないことに留意する必要がある。 - 高需要地域に限定して CORS 網を整備することは、これから CORS を整備する国にとって良い選択肢なのではないか。タイでもまず需要のある主要都市部で整備し、全土へ拡充していった。 |
| CORS の運用維持管理技術者の確保について | <ul style="list-style-type: none"> - 人材不足の問題は、測地や測量を学んだ学生がどの程度いるかによるのではないかと。CORS の運用維持管理にはトレーニングや実務経験も必要になるが、国によって事情が異なるだろう。 |
| 官民連携について | <ul style="list-style-type: none"> - CORS 網の整備や運用維持管理の官民の役割分担については、国の政策や事情によって判断が異なると思われる。タイでは CORS は国家安全保障に関わるインフラとみなされているため、民間主導による整備や、民間との役割分担には慎重である。保守業務を民間に委託することはあり得るが、CORS のコントロールや補正情報の配信は政府が担うべきという考えが強い。政府と民間との役割分担が可能な国はあるだろうが、東南アジアでは政府主導が一般的なのではないか。 - セキュリティ上の懸念が解消されている場合、CORS の利活用推進には民間企業、特に通信会社の主導が効果的である。ただし、各国政府は、民間企業が CORS の観測生データを登録利用者以外に共有しないよう何らかの規制を設ける必要があるだろう。 - 東南アジアでは、民間企業が補正情報の配信を担うビジネスモデルはまだ実現が難しい。民間企業が参画してビジネスとして成立するには十分なユーザ数が必要であるが、現時点ではユーザが限られており、政府が支援する必要がある。 |
| 新たな衛星測位サービス・技術について | <ul style="list-style-type: none"> - MADOCA-PPP の PPP-RTK 方式の実証を 2 年前に実施した際はまだ収束時間が長く、実利用は難しいという印象を受けた。そのため、タイやアジア諸国での活用については検討に至っていない。最近の改良結果につ |

| 専門家・質問内容 | 知見、情報、ご意見等 |
|--|---|
| | <p>いては注視したい。</p> <ul style="list-style-type: none"> - PPP-RTK が確立すれば、収束時間の短縮と測位精度の確保を少ない CORS で実現できるようになるだろう。これから CORS を整備する国にとっては良い選択肢となるのではないか。ただし、PPP-RTK の測位結果は ITRF2020 等に基づく観測当日の座標値となるので、通常、国家座標への変換を行う必要がある。また、PPP-RTK の実用化にあたっての懸念点は、CORS の観測が途切れてしまった場合にサービスが止まってしまうことである。この点においても、CORS の信頼性は重要である。 - オーストラリアなどの研究者が研究している量子測位技術は、GNSS に依存せず、衛星軌道や大気の影響を受けないとされる。アルゴリズムの確立や様々な制約の克服に 5 年～10 年はかかると思われるが、将来的には GNSS の代替となる可能性もあり、非常に興味深い技術である。(注：量子磁力計、量子重力計などを用いたパッシブな航法技術。) - LEO-PNT の実証が進んでいる。ただし、LEO-PNT の運用には GNSS も必要であり、完全な代替にはならない。 |
| スカイマティクス (JICA Biz を通じたカンボジアでのインフラ整備ビジネス支援実績のある事業者) | |
| カンボジアの実証事業を通じた知見について | <ul style="list-style-type: none"> - JICA 中小企業・SDGs ビジネス支援事業として、カンボジア公共事業運輸省 (MPWT) と協働で「カンボジア国ドローンと画像解析技術を活用したインフラ整備計画の DX 化のための普及・実証・ビジネス化事業 (2023-2025)」を実施した。これは、インフラ計画・道路・橋梁のドローン測量導入による測量・工事管理の効率化・高度化、現地技術者の育成を目的としたものである。これらの活動が評価されて、2024 年に国土交通省の「JAPAN コンストラクション国際賞」を受賞した。 - カンボジアの CORS のアクティブユーザ数は少ないというのが実感であり、潜在的利用者層の知識の底上げが必要と感じる。利用環境は一定程度整っているため、利用拡大は期待できる。 - 測量にかかる法制度整備が十分でなく、CORS を用いた測量成果の品質を明示することができるように、作業規程などの整備が必要である。 - 課題オリエンテッドの観点からは、CORS がなければドローン測量が不可能ということではなく、実務上は任意座標で個別の測量や工事を実施し、後から絶対座標に取り付けられれば十分という場合もある。CORS の利用や DX 化は、それによって全体の業務量が軽減され、かつデータの価値が上がることを前提として行うべきである。 |
| 開発途上国における地理空間情報ビジネスについて | <ul style="list-style-type: none"> - 当社は、「リモートセンシングで、新しい社会を創る。」をミッションとして掲げていることもあり、位置情報でデータを管理する価値を提供したいと考えている。CORS を設置して正確な位置情報が得られることで、どのような価値やビジネスが生まれるかを説明すると、現地の企業も関心を持って参入してくるかもしれない。 - 自社のドローン測量サービスを踏まえれば、日本国内のユーザも RTK を使う人と使わない人が明確に分かれている。要は目的次第であるが、仮に国土の基本的な地理空間情報を管理する立場であるならば、RTK は当然使われるべきと思う。 - カンボジアに関して言えば、優秀な建設コンサルタントが存在しており、計画が正確であれば、i-Construction にかかるビジネスは成立すると考える。 |

出典: JICA 調査団作成

国土地理院のヒアリングでは、世界に先駆けて CORS 網を整備し現在も UN-GGIM や IGS に直接貢献している日本の地理空間情報当局としての立場から、我が国の衛星測位に対する積極的な基本方針

を伺うことができた。その方針と整合的な技術協力を行うことによって、衛星測位・地理空間情報分野における我が国のプレゼンスを一層高めることができる。

JAXA のヒアリングでは、世界の衛星運用国と競争しながら、我が国が国家戦略として衛星測位技術・サービスのイノベーションに取り組む力強い姿が明らかとなった。今後、衛星システム本体の進展も踏まえ、JAXA と連携しながら技術協力での利用を考えることが重要である。

ヒアリングした本邦企業はいずれも海外事業への意欲や技術支援への関心を有しているが、参入の検討にあたってはビジネスとしての採算性が見通しが参入の重要条件であることも明確となった。

アフリカでは世界銀行等が土地の安全保障（地籍調査）のために CORS 網を設置しているが、その事業に参加した技術者の「アフリカでの多くのプロジェクトは長期的な持続可能性を前提として設計されていない」との発言は、持続可能性確保の観点から留意すべき示唆といえる。成功事例とされた 2012 年からのルワンダのプロジェクトでは長期的なドナーの支援が鍵とされたが、現在では維持管理のために利用者へも課金していることが、国土地理院で実施中の JICA 研修に参加しているルワンダ国の担当者によって確認されている。

アジアの CORS に詳しいタイ国の GNSS 研究者からは、低価格 GNSS 受信機活用の留意点、改善前の MADOCA-PPP についての率直な意見に加え、CORS の官民連携の考え方は国によって大きく異なることについて重要な指摘を頂いた。

以上の専門家へのヒアリングの結果から、今後の協力の方針について次の知見が得られた。

- (1) 国が国際基準に則った測位の基盤を構築し、これを長期にわたって維持することは、社会安全保障及び適切な土地管理・活用において極めて重要である。測位情報は公共事業及び産業活動の多岐にわたる分野で活用されるものであり、信頼性のある安定した基盤がなければ、これらの活動の品質や信頼性が損なわれるおそれがある。また、確かな基盤を用いた測位サービスを提供することは、社会的・経済的な価値創出にも直結する。
- (2) 測位基盤の維持及び測位サービスの提供の両方において、官民連携の推進が不可欠である。その形態は、国の政策方針や市場環境に応じて多様であるが、公的機関と民間事業者がそれぞれの強みを活かし、役割分担と協力体制を構築することが、持続可能かつ柔軟な測位サービスの実現につながる。
- (3) 測位基盤の整備方法及び使用機材は多様化しており、同時に新たな衛星測位技術の利用可能性も拡大している。これらの技術革新を適切に取り入れることが、今後の高精度衛星測位の活用効果を確かなものにする。

7.4. 衛星測位による社会課題の解決

ここで、JICA が CORS や衛星測位の分野で技術協力を行う理由を改めて整理する。

都市・地域開発（まちづくり）に関連する社会課題は多岐にわたるが、そのうち土地の測量や管理、インフラの整備や維持管理、防災など、財産や安全にかかわる課題の効果的かつ効率的な解決には、正確な地理空間情報や、それらに整合した人や車などの高精度な位置情報が不可欠となることが多い。

現在高精度な位置情報を得る手段としては、GPS や「みちびき」などの衛星測位システムと地上の電子基準点（CORS）を組み合わせる高精度衛星測位が最も一般的である。この際、さまざまな主体が共通の座標系に基づいて活動できるようにするための基盤づくりも欠かせない。

開発途上国のインフラ整備や土地管理において、測量を効率化させることの重要性は引き続き変わ

らない。日本の地籍測量の電子基準点を用いた GNSS 測量では、従来方式に比べ 40%の作業コストの削減⁷⁸が可能と試算されている。建機のガイダンスを行う ICT 施工では、国土交通省の直轄事業の工事において 20%の生産性の向上⁷⁹との報告もある。“位置情報へのアクセスの多くが衛星測位によって行われる現代社会”（国土地理院、2025）において、衛星測位の基盤となる CORS の観測データは重要である。

今後も進化を続ける高精度衛星測位は、国土の測量や防災等にとどまらず、人や物の動的な位置を正確に把握し、それらの制御や連携を可能にする技術であり、地理空間情報と組み合わせることで、社会のデジタルトランスフォーメーション（DX）を推進するツールとなるため、今後も JICA の技術協力において重要な役割を果たしうる。JICA が本邦企業の経験を踏まえ、またスタートアップを含む現地の企業等とも連携する中で、高精度な衛星測位の普及や利活用に関する技術協力を行うことには、相手国の DX を前進させることにもつながり、外交的にも意義があると考えられる。

DX は、一般的には「企業がビジネス環境の激しい変化に対応し、データとデジタル技術を活用して、顧客や社会のニーズを基に、製品やサービス、ビジネスモデルを変革するとともに、業務そのものや、組織、プロセス、企業文化・風土を変革し、競争上の優位性を確立すること」（経済産業省）⁸⁰だが、JICA の文脈では「人間力と創造力を発揮し、デジタル技術やデータを活用することで、誰一人取り残すことなく、一人ひとりの安全な暮らしと多様な機会や幸せを実現できる強じんて持続可能な社会を目指す」こととなる⁸¹。

具体的には、CORS などによる高精度衛星測位は、JICA グローバル・アジェンダ「都市・地域開発」「まちづくり」クラスター事業戦略⁸²で示された「望ましい土地利用」や「都市計画マスタープランに沿った基幹インフラ、サービスの整備」、あるいは少子高齢化や若年層の都市流出が進む国や地域では「熟練技術者及び労働力の不足」といった社会課題の解決に直接貢献すると考えられる。

1) 望ましい土地利用

望ましい土地利用の実現には、適切な土地管理が必要である。脆弱な土地管理の基盤は、土地の境界の不明確さや登記の遅れを招き、土地取引の混乱や課税の不公平を引き起こす要因となる。加えて、正確な土地情報の欠如は、インフラ整備の計画・設計段階における地理空間情報の不整合を生み、事業の遅延の一因ともなっている。CORS などを活用した高精度リアルタイム測位により、国家座標に基づく正確かつ迅速な土地・地籍測量が可能となり、境界紛争の未然防止、公平な課税根拠の確立に寄与する。これは JICA 「まちづくり」クラスター事業戦略でも言及されている、都市開発の財源となり得る土地税等の租税ベース強化に資する地籍調査等の効率化に直結するものであり、実際に世界銀行などによって地籍整備の加速と土地登記の信頼性向上を目的とする CORS の整備がアフリカやアジアで進められている。

2) 都市計画マスタープランに沿った基幹インフラ、サービスの整備

インフラ整備の現場では、都市化の進展や経済成長に対してインフラの物理的整備が追いつかない状況を生み出している。特に、道路・鉄道・バスターミナル・歩行者通路や階段・商業

78 ネットワーク型 RTK 法による単点観測法マニュアル改訂版 Ver2.1 : https://www.chiseki.go.jp/info/pdf/ntrtk-manual_v2.1.pdf

79 i-Construction・インフラ DX 推進コンソーシアム 第9回企画委員会 : https://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/pdf/02.9_kikaku_siryou2.pdf

80 https://www.meti.go.jp/policy/it_policy/investment/dgc/dgc2.pdf

81 <https://www.jica.go.jp/about/dx/about/index.html>

82 https://www.jica.go.jp/activities/issues/urban/_icsFiles/afiedfile/2025/01/07/20241210_cleanrev2_2.pdf

施設・上下水道・ガス電力・通信設備・住居等が複雑に混在する都市の開発において全ての設備が干渉せず整合した形で整備されるためには、各事業主体が共通の位置情報を用いて作業にあたる事が不可欠である。高精度衛星測位技術を活用することで、測量作業と地理空間情報の取得が効率化され、計画・設計・施工の各段階において精度とスピードの両立が可能となる。これは、JICA「まちづくりクラスターのシナリオ 社会変化のプロセスの第二段階「都市の骨格作り」」に対応するものである。

3) 熟練技術者及び労働力の不足

高精度衛星測位技術は、ドローンや農機・建機の制御に応用されており、作業の自動化・省力化を通じて熟練技術者及び労働力の不足への対策や生産性の向上に貢献する。ただし、これらの技術の導入には初期投資コストが高く、社会実装までには制度整備や人材育成を含む一定の時間を要する点に留意が必要である。

7.5. 衛星測位のより適正な協力手法と上位目標

以上の調査やヒアリング結果を踏まえ、今後の技術協力では、CORSの全国整備を一律に将来の目標とするのではなく、相手国の国土・都市・地域に係る社会課題の解決のため、相手国の衛星測位関係者（産官学、利用者）や適切な国内外のプロバイダーと連携しながら、持続的に高精度衛星測位が利用できるエコシステム（経済圏）の共創・拡充に努めることを提案する（図 7.3）。

具体的には、CORSや衛星測位に関する技術が必要となる今後の技術協力案件においては、以下のことに留意して、案件形成に取り組む。

① 技術ドリブンから課題オリエンテッドへ

- ・ JICAの技術協力は、単なる技術導入ではなく、社会課題の解決を目的とした課題オリエンテッドの支援である。
- ・ 上位目標は、高精度衛星測位と地理空間情報を戦略的に使用して、相手国の国土・都市・地域に関する社会課題の解決、民間のビジネス振興に寄与することにおく。
- ・ その実現可能性を担保するため、プロジェクトの主たる実施機関は、当該課題の解決に責任を持つ行政機関（地籍局、都市計画局、首都圏地方政府など）とする。
- ・ 実施期間が3年程度という比較的短い時間で成果を求められる技プロの目標は、実施期間終了後も高精度衛星測位技術を使用して国土に関する特定の社会課題（地籍調査、都市開発、防災対応等の推進）を解決できる人材の養成に置く。
- ・ 課題解決に用いる高精度測位サービスに必要な施設が未整備の場合は、相手国のニーズと人的・財的資源のバランスを考慮した上で、必要十分な施設の整備と、その運用に必要な人材の養成も行う。
- ・ 専門家ヒアリングで指摘されたとおり、国家として正しい位置を保証するためには、国際基準に基づく最低限の測位基盤が必要であり、特定の課題ごとにその都度CORS網を整備することは得策ではない。実際、各国で複数の機関が目的別にCORS網を構築した場合でも、最終的には統合が求められており（例：タイ、インドネシア、フィリピン）、その統合作業及び維持管理は、測地や測量の専門技術を有する地理空間情報当局が中心

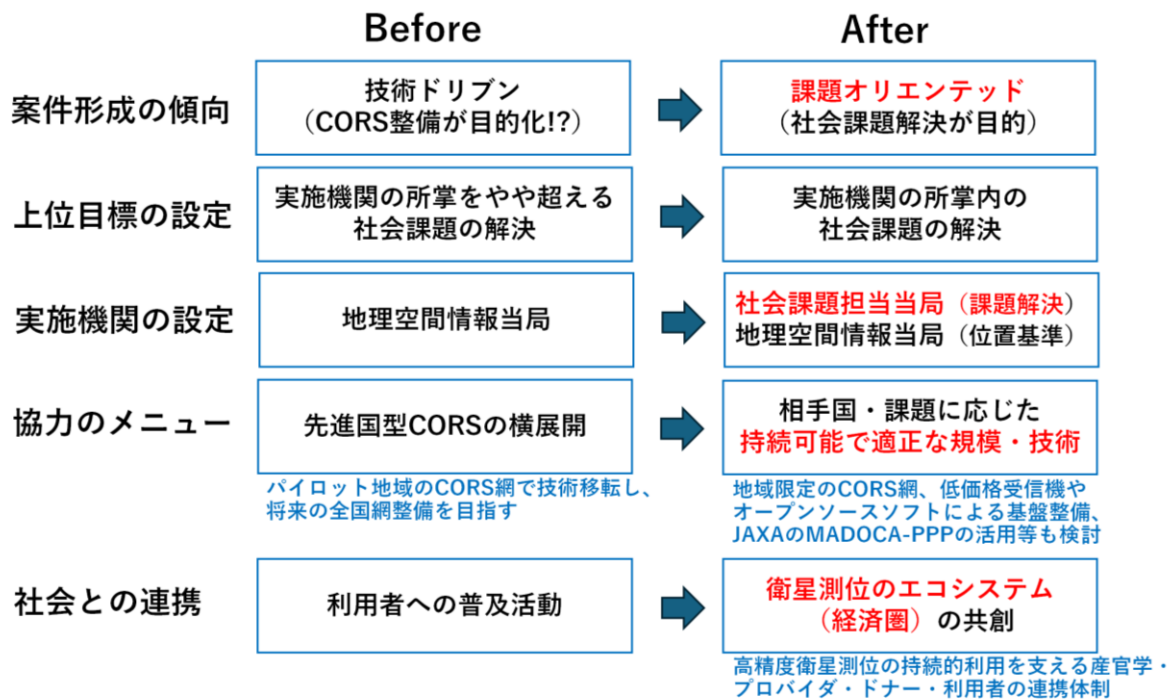


図 7.3 高精度衛星測位の技術協力 何が変わるのか

となって担っている。このことから、初期の段階で地理空間情報当局を共同実施機関として参画させることが合理的である。

- ・ 地理空間情報当局が社会課題（地球規模の測地基準座標系に基づく国家座標の供給等）を有する場合は、主たる実施機関となることもある。

② 相手国の課題や状況に応じた持続可能で適正規模の技術の導入

- ・ 相手国の社会課題の解決に必要なかつ十分な適正規模の衛星測位技術・サービスを持続可能な形で相手国に導入する。
- ・ 国内外のプロバイダーと連携し、リーズナブルな技術、サービスを活用する。
- ・ プロジェクト案件形成の段階から、当該国の状況、課題に適合し、持続性の高い衛星測位技術を模索する。日米欧で構築されたような CORS の運用体制や利活用が唯一のモデルではなく、開発途上国の地域、エコシステムの状況によってさまざまな解がある。
- ・ 以下、今後の案件形成の参考として、開発途上国における社会課題の解決に向けて利用可能性のある技術やサービスの活用イメージを例示する。どの国のどんな課題にも対応できる万能の技術はないため、実施前に各国の状況を踏まえた利用可能性を検討する必要がある。

A) インフラ開発重点地域に限定した CORS 網の整備

首都圏、経済開発特区、スマートシティなど、複数のインフラ開発が継続的に行われる地域に限定して CORS 網を構築し、当該開発事業及びその後のまちづくりや産業活動に NRTK サービスを提供する。

インフラ開発（まちづくりの第二段階：都市の骨格作り）のフェーズでは、精密な現況測量が可能となり、各設備の事業主体による基準局設置などの重複投資を回避できる

うえ、共通の位置情報に基づき設計から ICT 施工を含む高精度な施工までを行うことができる。また、持続可能な都市開発マネジメント（第四段階）やまちづくり全般における情報共有、合意形成を促進するために有効な「デジタルツイン」の整備・活用にも貢献する。

高精度測位の需要が特に高い地域で CORS 網の構築と活用をスモールスタートすることは、開発途上国の CORS の導入において課題となっている持続性の改善につながるとともに、他地域でのニーズの顕在化に応じたエリア拡大を自国予算で進める自立発展の後押しともなる。なお、衛星測位には上空視界が必要となるため、ビル街、地下街では MMS やトータルステーション等の手法も併用する。

B) 地籍調査のための MADOCA-PPP 及び CORS によるハイブリッド網の整備

全国の地籍調査のため、日本の MADOCA-PPP サービスを活用し、JAXA 専門家のヒアリングで示唆された「スケーラブルな高精度測位基盤」をアジア太平洋地域の相手国に実装する。主要都市には CORS を設置し、その観測データは内閣府の MIRAI ネットワークにリアルタイムで提供する。都市・郊外では CORS に基づくシングルベース RTK により数 cm 程度の精度で、山地・森林・砂漠等の近傍に CORS がない地域では MADOCA-PPP の改良版（地域的 CORS を用いた補正情報の利用）により 10cm 程度の精度で準リアルタイム測位を行い、境界や筆界点等の地籍測量を実施する。PPP では ITRF に基づく座標が算出されるので、その結果を CORS の座標が準拠する国家座標に変換する必要がある。また MADOCA-PPP の L6 信号が受信できる受信機の導入が必要である。人口密度に応じた CORS の配置を行うことで、維持管理コストを下げることができる。MIRAI への登録のために JAXA と、CORS と PPP の座標を整合させるために地理空間情報当局との調整がそれぞれ必要になる。

C) リーズナブルな GNSS 受信機を用いた RTK 用 CORS 網の構築

（シナリオ 1）民間 CORS 網の活用

費用対効果の高い GNSS 受信機を用いて個人や地域で RTK 用の CORS を設置し、データを共有する動きがある（例：善意の基準局⁸³、ホクレン RTK システム⁸⁴）。地理空間情報当局が設置者に代わってこれらの民間 CORS 網に国家座標を付与すれば、座標の整合が確保された CORS 網の効率的な構築が可能となる。これを制度化すれば持続可能な測位インフラとなることが期待される。前述のとおり、日本の国土地理院では、民間等電子基準点を登録する仕組みを作り座標系を統一している。

（シナリオ 2）小さな国の地籍調査のための簡易 CORS 網

国土面積の小さな国では、地籍調査の推進のため、費用対効果の高い GNSS 受信機を 20km 程度の間隔で全国に設置して簡易 CORS 網を整備し、オープンソースソフトウェア（NTRIP キャスター、RTKLIB）を活用して RTK 測位サービスを行う環境を整備することが可能である。より安定的な NRTK 測位サービスには、保守経費の高いメーカー製管理ソフトウェアが必要になるので、NRTK は行わない。ジブチ国の中心部では、JICA デジタル地理データ更新利用能力強化プロジェクトを契機に簡易 CORS 網（3 点）が関係者の手で共同運用されている。

83 <https://rtk.silentsystem.jp/index.php>

84 <https://agriport.jp/agriculture/ap-18465/>

D) 森林保全の調査における精密単独測位 (PPP) サービスの活用

森林等の郊外での測量では 10cm 程度の誤差は通常許容されるので、GNSS 機器メーカーが提供しているグローバルな PPP サービスをそのまま用いる。CORS 整備は不要であるが、プロジェクトでは当該メーカーの GNSS 受信機を購入またはレンタルする必要がある。衛星経由で補正情報が得られる場合は、携帯電話のサービスエリア外でも利用できる。収束時間や精度は、近傍の CORS を用いる RTK、NRTK 方式に及ばない。また出力座標は、地球規模の測地基準座標系となるが、国家座標ではないので、座標変換が必要である。

E) 分散型物理インフラ (DePIN) による RTK サービスの活用

CORS の整備・運用に十分な資源がない後発の開発途上国においても利用可能な手法である。当該地域に DePIN の基準局がない場合、例えば政府職員が 20 万円程度の機材を購入して職場の屋上等に基準局を設置し、インターネット回線で DePIN のプロバイダーにデータを提供する。ただし、測位結果は国家座標ではないこと (座標変換が必要)、自ら基準局を設置した場合でも RTK サービスの利用に経費が発生すること、サービスの継続性を政府がコントロールできないことなどに注意が必要である。

③ 衛星測位のエコシステムの共創

- プロジェクトの出口戦略として、高精度測位が持続的に利用できるよう、地理空間情報当局、機器メーカー、現地企業、利用者などと連携し、相手国における衛星測位のエコシステム (経済圏) の共創・拡充に努める。ここでいうエコシステム (経済圏) とは、高精度衛星測位の持続的利用を支える、産官学・プロバイダ・ドナー・利用者による経済的な連携によって形成される持続可能な仕組みのことである。
- 地理空間情報当局は相手国の位置の基準 (国家座標) の設定をはじめとする国家の測位基盤を担い、衛星測位のエコシステムの発展に影響力を持つため、原則としてプロジェクトの共同実施機関とし、エコシステムの共創・拡充に向けた諸活動に取り組む。

表 7.7 官民連携による高精度衛星測位サービスの運用・維持管理案の例

| 課題担当当局 | CORS の戦略的使用 (社会課題の解決) 国家 CORS 網の維持管理コスト分担 |
|------------------------------|---|
| 地理空間情報当局 | 地球規模の測地基準座標系 (ITRF) に整合した国家座標の提供 骨格的な国家 CORS 網の運用・維持管理、データ共有 運用・維持管理の民間へのアウトソーシング 衛星測位普及に関する制度 (インセンティブ)・人材育成等の政策 CORS データ提供による国際 GNSS サービスへの貢献 |
| 民間 (通信会社、測量機器会社代理店、スタートアップ等) | 稠密な民間 CORS 網の運用・維持管理、データ共有 官民パートナーシップによる CORS 網の運用・維持管理 国家・民間 CORS 網を利用した高精度測位サービスの提供 |

- ・ 相手国における衛星測位のエコシステム（経済圏）を十分に踏まえ、持続可能な技術・サービスを導入する。持続性の確保には、政府機関の人材・予算確保だけでなく、産官学・利用者の連携によるエコシステム（経済圏）の拡充が重要であり、協力の設計段階からその状況を把握し、関係者を技術協力を巻き込むことが望ましい。

協力内容の類型化は難しいが、持続性を高めるための留意点としては、①実施機関に対する人材・予算確保に向けた絶え間ない働きかけ、②当該国のエコシステムの状況の精査、③他ドナーとの連携模索、④現地の受信機メーカー代理店との連携可能性の模索が挙げられる。

衛星測位ではこれから見込まれる技術の変化も激しく、今後衛星測位を用いた協力を想定する際は、その時点の最新の技術動向を確認し、広い視野から日本側の能力や強みを捉え、個別に検討する必要がある。

参考文献

国土地理院（2025）：高精度測位社会における電子基準点施策のあり方（提言）、
<https://www.gsi.go.jp/common/000267607.pdf>

内閣府宇宙開発戦略推進事務局（2025）：衛星測位に関する取組方針 2025、
<https://www.gsi.go.jp/common/000267572.pdf>

宮原伐折羅（2018）：地球規模の測地基準座標系（GGRF）と国連総会決議、測地学会誌、第63巻、第2号、65-68頁。
https://www.jstage.jst.go.jp/article/sokuchi/63/2/63_65/_pdf/-char/ja

Horton, M., Chen, D., Yi, Y., Wen, X., & Deobbler, J. (2023): GEODNET—Global Earth observation decentralized network. NAVIGATION, 70(4). <https://doi.org/10.33012/navi.605>

Horton, M., Yi, Y., Chen, D. (2025): Evaluating GEODNET Network Performance and its Impact on Consumer Navigation Applications, Abstract, ION GNSS+ 2025, <https://www.ion.org/gnss/abstracts.cfm?paperID=15812>

Sieradzki and Paziewski（2025）：Analyzing the stochastic properties of code observation using various low-cost GNSS receivers, <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10291-025-01926-5.pdf>

8. 本研究からの提言 —課題オリエンテッドな協力における地理空間情報の戦略的使用—

8.1. まとめ

地理空間情報の戦略的使用の強化の方策を実務的に実施するには、各国・地域の開発課題や技術協力要請を的確に収集・把握する必要がある。従来の地理空間情報の整備にかかる技術協力では、対象国の地理空間情報当局等をはじめ、地理空間情報を所掌する省庁部局を通じて（あるいは省庁部局経由で各開発セクターを通じて）現地の要望を収集・把握することが可能であった。しかし、課題オリエンテッドで構成される開発課題や技術協力要請の把握は、地理空間情報を含む各セクターの専門家やコンサルタントにとって容易なことではない。

この困難を乗り越えるためには、地理空間情報の専門家と開発コンサルタントがそれぞれの専門領域に閉じるのではなく、両者が協働して新たな技術的アプローチや業務プロセスを共創していくことが不可欠である。地理空間情報の専門家はデータの有効性・精度・利活用可能性に関する深い知見を持ち、開発コンサルタントは開発課題の構造や制度運用、予算・組織・政策の現実解を把握している。これらが交わることで、セクター横断で見落とされがちな潜在ニーズを可視化し、既存データの組み合わせや最適なデータ取得手法の選択、さらには異分野連携による業務効率化や投資最適化といったイノベーションが生じ得る。言い換えれば、地理空間情報の技術的可能性と、開発課題の文脈・制度・現場理解の「橋渡し」を行う協働こそが、課題オリエンテッドな協力において新しい解決策を生む土壌となる。

また、異なるセクター・分野を横断的に見ることができる仲介者（メディエーター）の存在も重要であろう。仲介者は特定の資格や属性（所属）に限定されたものではなく、異なるセクター間のニーズとシーズの橋渡し（マッチング）ができることが求められる。つまり、在外大使館や JICA 現地事務所の職員であっても、現地に派遣中の技術専門家であっても、実施中の技プロに従事するコンサルタントの職員であっても、仲介者となれる可能性がある。そのような各国・地域の課題やニーズに接する立場の機関や職員等であれば、地理空間情報の戦略的使用の強化の方策として、具体的にどのようなケースが該当するか、あるいは検討に値するかという観点での考え方が重要である。

一つのシナリオの例として、防災を所掌する相手国の政府機関や開発援助機関の職員が、洪水ハザードマップ整備の技術協力の要請について検討している状況を想定する。ハザードマップ整備を進めるための基礎データとしては、プロジェクトエリアの精密な地形データが必要である。そのため、新規に航空レーザ測量の実施を検討する一方で、使用可能な既存のデータの有無を確認するため、異なるセクターである測量を所掌する省庁（地理空間情報当局）に対し、保有する精密な地形データの有無のほか、データ取得にかかる現状や課題をヒアリングすることも視野に入れるだろう。また、戦略的使用の考え方に沿って、ウェブ上でオープンデータとなっている衛星画像や既存の地形データの有無、データが存在する場合には当該目的での使用適否等の技術的検討をすることもあろう。さらにこれらの地形データが得られれば、第3のセクターとして、例えば上・下水道の担当部署が業務上活用したいというニーズがあるかもしれない。このように一つのプロジェクトにとどまらず、セクターをまたがった地理空間情報の活用の可能性が広がることは好ましい方向（図 8.1 参照）であり、これをプロジェクト担当者一人に任せるのではなく、異なるセクターの状況をもとに知る仲介者に間を取り持ってもらえれば効果的である。なお、仲介者は一人とは限らず、異なるセクター間でそれぞれ別に存在するケースもありうる。

第6章で示した表6.2では、地理空間情報の戦略的使用の可能性があり得た近年の事例を紹介したが、その中からNo.3のルワンダにおける都市交通改善プロジェクトでの事例を対象に、ロジックモデルを用いて、どのような検討を加えれば地理空間情報の戦略的使用の強化を踏まえた技術協力になりうるかを示したものが図8.2である。「課題」→「目的」→「活動」とステップを踏んで行うべきことを明らかにすることで、その先の「成果」、さらに「効果」の発現に至ることを示している。これは一例であるが、同様の考察は表6.2のその他の事例、さらには今後実施される将来のプロジェクトでも適用が可能である。

さらに敷衍して、いくつかのセクター別に「従来型」と「戦略型」（いずれも仮称、6.4節参照）をそれぞれ適用した場合に考えられる効果を「Before/After」の対比として表8.1に示した。これらの実行可能性（フィージビリティ）は、本研究で技術的に可能であることを示したほか、「都市計画」の事例では、国土交通省が主導するProject PLATEAU（プロジェクト・プラトー）⁸⁵において、日本国内が対象ではあるものの、技術上・ニーズ上の実証実験が様々な都市エリアで行われ、結果が公開されていることから、その実行可能性（フィージビリティ）は確認されている。

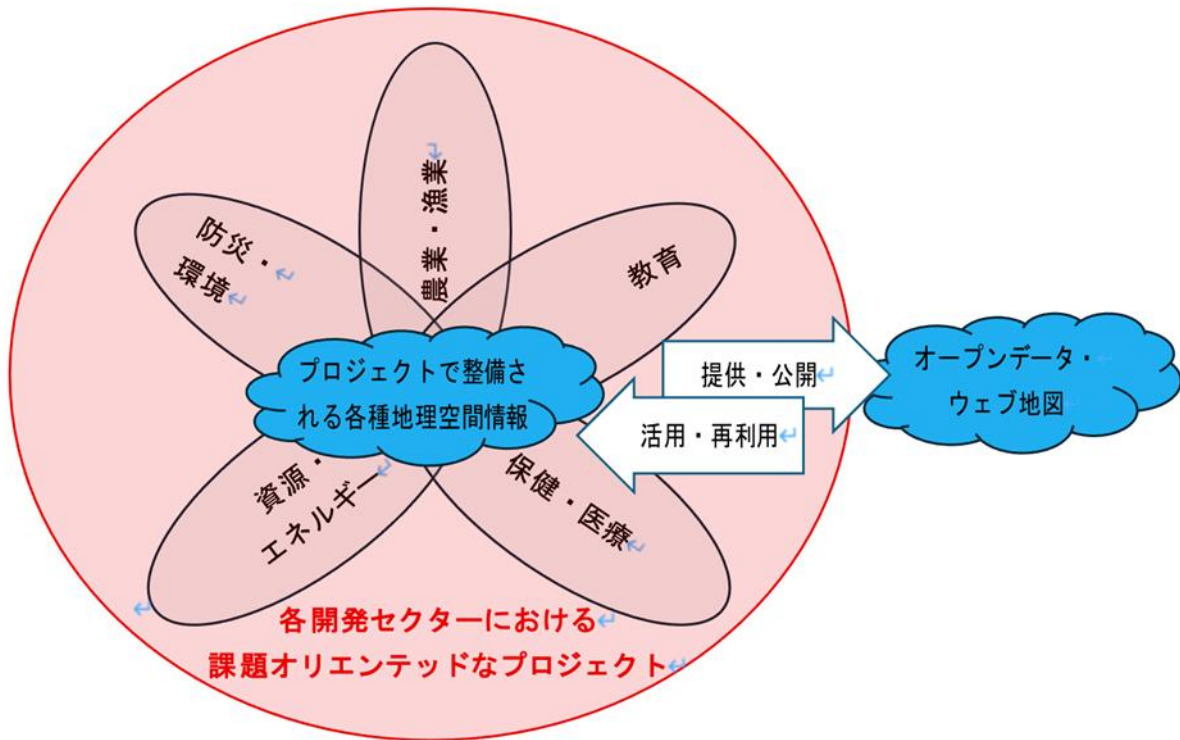


図 8.1 地理空間情報の戦略的使用の実現が各セクターに広がるイメージ

出典: JICA 調査団作成

⁸⁵ 国土交通省が都市政策のDX推進を目的に2020年から行うプロジェクト。日本各地の都市を対象に3次元の都市モデルの標準化されたデータをオープンデータとして提供。参考URL：<https://www.mlit.go.jp/plateau/usc-case/>

【都市交通分野】 ルワンダ国 キガリ市におけるインフラ整備・都市サービス向上に寄与する 大縮尺地形図作成・都市交通改善プロジェクト

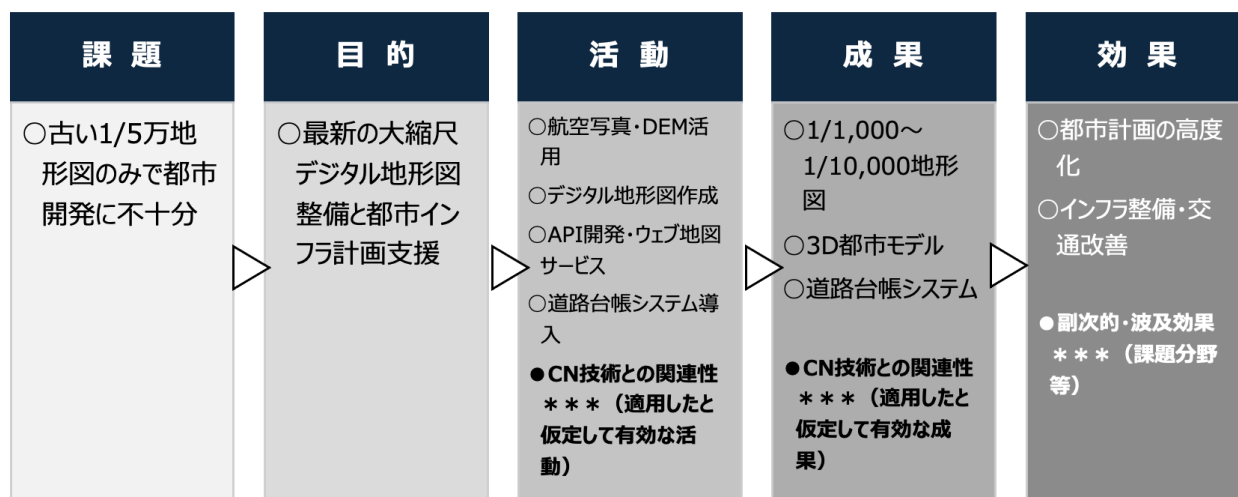


図 8.2 既往の技術協力の戦略的使用の強化の適用の考察

出典: JICA 調査団作成

表 8.1 セクター別 Before/After 比較表

| セクター | 従来型 (Before) | 戦略型 (After) |
|--------|--|--|
| 都市計画 | 計画は平面地図と現地調査中心。交通・住宅・商業施設配置の最適化は難しい。 | (課題例) 都市課題に関する合意形成 人口動態・交通流・土地利用データを統合し、都市ゾーニング・スマートシティ設計。シミュレーションによる未来予測に基づく合意形成支援。 |
| 公共インフラ | 道路・電力・水供給計画は過去の経験・限定的データで決定。進捗・効果の測定は遅延。 | (課題例) 地下埋設物管理の効率化 各事業者で分散して管理する公共インフラの位置情報を統一的なプラットフォームで管理。衛星やセンサーでリアルタイム監視。空間分析で資源配分・施工優先度決定。 |
| 防災 | 環境影響評価は局所的・断片的。データ取得が時間・コスト高。 | (課題例) 洪水リスクの住民への周知 地形データと土地利用データ、洪水既往履歴等の情報の重ね合わせにより、土地の浸水リスクを可視化。防災施設の配置や土地利用規制のゾーニング等を支援。 |

出典: JICA 調査団作成

8.2. 具体的かつフィジブルなシナリオの例示

前節で述べた実行可能性（フィージビリティ）を勘案し、ウェブ調査や関連業務従事者への聞き取り等の机上作業によって、広範な開発セクターにおける課題を収集した。その中から下記 1～5 の実施様態を想定して、典型的なシナリオを抽出し、以下に説明を加える。

1. JICAが実施するプロジェクトのコンポーネントのひとつとして地理空間情報を活用する形（防災・レジリエンス分野）

このケースでは、課題解決において、地理的分布の把握や分析といった地理空間情報の活用が求められる活動が必然的に含まれるものが典型的なシナリオである。従前、各事業において地理空間情報が活用されてきたが、クラウドネイティブ技術を含むモダンなウェブマッピングサービスを取り入れることで、情報の共有・公開・提供が進展する。

防災分野での技術協力では、表 8.2 のとおり、災害に対する時系列のステージでハード/ソフトの様々な対策を講じるための取組への支援が実施されている。

表 8.2 防災分野の災害に対する時系列のステージ毎の技術協力の活動例

| # | ステージ | 活動 | 地理空間情報の活用 |
|---|-------|--|---|
| 1 | 防災 | <ul style="list-style-type: none"> ● ハザード源の抑制（例：火山周辺の立ち入り規制、がけ地の安定化） ● インフラ防護：堤防・耐震補強・耐風建築 ● 土砂災害危険区域の開発規制 ● 都市計画：洪水遊水地、防潮堤、緑地帯 | <ul style="list-style-type: none"> ● 活断層調査・地震動予測 ● 火山噴火のモニタリング（地震計・傾斜計・ガス測定） ● 地盤沈下・液状化危険度マップ作成（地下水や地質データ） |
| 2 | 減災 | <ul style="list-style-type: none"> ● リスク評価（ハザード × 脆弱性 × 暴露量） ● 早期警戒システム（地震速報、火山警報、気象警報） ● 社会インフラのリダンダンシー ● 住宅の耐震・耐水化 ● 自主防災組織の育成、避難訓練 | <ul style="list-style-type: none"> ● 地形・地質・地下水のデータ統合による土砂災害リスク予測 ● GNSS 連続観測・InSAR による地盤変動モニタリング ● 洪水・津波のシミュレーション（数値モデル） |
| 3 | 予防・備え | <ul style="list-style-type: none"> ● 避難計画、避難路整備 ● 防災教育（学校・地域） ● 非常用備蓄、BCP（事業継続計画） ● 災害情報共有基盤（GIS、ダッシュボード） | <ul style="list-style-type: none"> ● 洪水ハザードマップ作成 ● 地震防災マスタープラン策定 ● 都市レジリエンスプロジェクト（道路・上下水道の脆弱性評価） |
| 4 | 応急対応 | <ul style="list-style-type: none"> ● 搜索救助（SAR） ● 緊急医療、避難所運営 | <ul style="list-style-type: none"> ● 災害発生直後の高解像度衛星画像（SPOT、PLEIADES、 |

| | | | |
|---|-------|---|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> ● 衛星・ドローンによる被害把握 ● 地形変化（崩壊・浸水）の迅速マップ化 | WorldView) <ul style="list-style-type: none"> ● UAV 写真測量による断層・地滑りの三次元モデリング ● SNS データを用いた状況把握 (Crisis Mapping) |
| 5 | 復旧・復興 | <ul style="list-style-type: none"> ● ライフライン復旧（水道・電力） ● 道路ネットワーク確保 ● 仮設住宅供給 | <ul style="list-style-type: none"> ● 防災インフラの再構築 ● 都市再開発（Build Back Better） ● リスク考慮型土地利用計画 |

出典: JICA 調査団作成

従前実施されているこれらの技術協力において、地理空間情報の戦略的使用の観点から、改善・追加すべき2つの事項を提案する。

①防災・レジリエンスに係る活動のライフサイクルを通じた地理空間情報の活用のためのグランドデザインを担う専門家の配置

上述のとおり、ステージにおいては防災・減災から発災後の応急対応・復旧復興の全てにおいて、また、その利用は意思決定におけるマクロな情報の可視化・分析から救助における高精度な位置情報に至るまで、常に不可欠な存在である。単にステージ間の技術協力のコストを低減する効果のみでなく、各ステージで整備される様々な情報の集積は、後続の活動をより効果的かつ迅速に実施を可能とする要件となる。

防災基本計画策定などのいわゆる上流側での技術協力において、防災・レジリエンスの取組のライフサイクルを通じた地理空間情報の整備・活用のグランドデザインの重要性を踏まえて、その策定を支援する担当コンサルタントを配置する。

②ハザードマップなどの活動成果の柔軟で速やかな共有・公開・提供のための CN 技術の専門家の配置

防災・レジリエンスに係る地理空間情報は、柔軟で速やかな共有・公開・提供が求められる性質を有することが多い。住民へのハザードマップや避難計画に関する啓発活動では、ソーシャルメディアを含む様々なメディアで柔軟に配信することが求められる。また、応急対応や復旧・復興においては、現場での通信帯域の限られた環境で地理空間情報が活用せざるを得ないシーンも想定しうる。GIS の知識やソフトウェアなどが不要で、また軽量・ポータブルであることが地理空間情報の活用度を高めるため、様々な活動の成果や基盤となる地理空間情報を CN データに適切に変換して、配信する技術を移転する専門家を配置する。

2. 他ドナーとの連携（他ドナーのシステムを使う）を念頭に JICA プロジェクトを実施し、その中で地理空間情報を活用する形（他ドナーが想定している課題に対して JICA もその課題解決に関わる形）。大きく言えば、JICA 案件が他ドナー案件のコンポーネントの一つになる形（環境・気候変動分野）

国際協調が重視される分野の課題については、国際機関や他ドナーとの協調による支援の中で、日本が地理空間情報を整備して、国際機関や他ドナーにもその活用を委ねるシナリオを想定する。

環境・気候変動分野においては、現状では複数の国際的な枠組みが確立・実施されているものもある。例えば、緑の気候基金（GCF）は、パリ協定下で最大の国際気候ファイナンス機関であり、緩和・適応両方に資金供与している。GCFにおいては、既に支払いフェーズに移行しつつあるが、被供与国側では、そのための報告書作成において専門的な知見・人材・地理空間情報を含む情報の集積が求められており、日本からも多数の技術協力が実施され、また実施中である。

2025年、GCFは年間で過去最大となる約32.6億米ドルの供与を途上国向けに承認しており、22件の新プロジェクトが採択されている。GCF全体では、約193億ドル、共同資金も含めると約787億ドルにまで積みあがっている。それに従って、プロジェクト数も増加し、2025年10月時点で336件に到達している。

日本の当該分野の技術協力は、アジア・大洋州・南米・アフリカと多数の国・地域で実施されており、既に衛星画像やリモートセンシング技術を活用した、森林被覆図やその経年変化などの地理空間情報が集積されている。しっかりとした技術的な背景に基づく、説明可能なこれらの地理空間情報は貴重な資産である。

当該分野のプロジェクト組成の段階において、国際機関や他ドナーとの活動の分担を行い、地理空間情報に関連する情報の整備を日本が担う、またその際に成果をマルチデバイス対応かつポータブルなクラウドネイティブな形式で整備することは、他機関における利用性の向上や、時系列の情報の集積の点で望ましい。プロジェクトの活動を策定する段階において、地理空間情報のクラウドネイティブなデータ整備を適切に整備するための専門家を配置することを提案する。

3. 課題に対して本邦企業のみでは対応が難しい場合、NGOやコミュニティへ再委託をし、地理空間情報を活用する形。JICAがそのハブとなる形（社会包摂、平和構築分野）

国際機関や各国ドナー機関と比較して、予算・資機材に制約の多いNGOとの協業における地理空間情報の活用のシナリオを想定する。

途上国開発協力のうち、NGOが活発に現地での支援を行っている分野として、社会包摂（貧困・格差（地域／性別／民族））、社会的弱者（障害者、孤児、高齢者）支援、難民・国内避難民（IDP）問題、平和構築（内戦・民族対立・政治不安、テロリズム・暴力組織）にかかる課題がある。

日本のODAの平和の構築と安全保障の支援の原則に基づき、政治問題・戦争や内戦国での支援への非関与を一貫するために、特に平和構築分野における技術協力においては、その活動範囲に制約がある。NGOは、活動の範囲や地域への制約は少なく、他方で予算やリソースの制約から大規模な地理空間情報の整備は容易ではない。このため、オープンソースコミュニティやOpenStreetMapをはじめとするオープンデータを積極的に活用することで、活動を支えている。

当該分野で日本の技術協力で基盤的な地理空間情報を整備し、適切なプラットフォームを通じてNGO等の第三者にこれらの活用を委ねることで、NGO等と協業することを提案する。

4. その案件自体はピュアな地理空間情報案件だが、JICAの他案件を通じて課題解決を図るために不可欠な案件の形（インフラ分野）

都市や地域等、ある一定の範囲で網羅的かつ高精度な地理空間情報が整備されて、その成果を他の課題分野の解決に資するケースとして、インフラ分野（都市交通の混雑／公共交通不足、住宅・都市計画の未整備、スラム拡大）のマスタープラン策定に関するシナリオを検討する。

都市や都市交通のマスタープラン策定に関する技術協力は、開発協力計画型の技術協力として大縮尺の地形図整備を伴った内容で実施されることが多い分野であった。マスタープラン策定が完了し、事業が完了すると、大縮尺の地形図は副産物として重要な資産として残るが、積極的にまたは能動的に相手国政府や行政機関内で活用されることがこれまでは少なかった。

日本では、国土交通省が Project PLATEAU（プロジェクト・プラトー）において、デジタルツインを活用して都市に関する様々な課題解決のユースケーススタディが実施されてきた。10分野（①防災・減災／レジリエンス、②都市計画・まちづくり、③環境・エネルギー／気候変動対策、④モビリティ（MaaS・自動走行）、⑤建設・インフラ維持管理、⑥XR（AR/VR/MR）／メタバース連携、⑦観光・プロモーション、⑧不動産・スマートシティビジネス、⑨コミュニティ／合意形成、⑩教育・研究利用）において検討されており、全体としては、以下のような傾向にある。

- ・標準フォーマット（PLATEAU の元データの CityGML を 3D Tiles 形式に変換）でクラウド配信可能
- ・都市 DX（Digital Twin City）の基盤としての位置づけ
- ・自治体実装がすでに多数存在（防災・都市計画）
- ・民間企業が API を活用した新ビジネスを展開中
- ・AI×3D（自動物体認識、シミュレーション高速化）が拡大中
- ・都市マスタープラン等のプロジェクトで整備される大縮尺の地形図は、PLATEAU の LOD 1（地形＋箱形状の建物）に概ね問題なく変換が可能であり、追加的に部分的に必要なに応じて更に詳細な LOD 2（地形＋屋根形状を有する建物）あるいは LOD 3（地形＋屋根形状と壁面形状を有する建物）を生成するための基盤となりうる。

インフラ分野については、以下を提案する。

- ①Project Plateau のユースケースを参照して、当該国の都市課題とのマッチングを確認のうえ、スコープを検討する。
- ②Project Plateau で先行的に実証される、または行政での活用の経験を有するような自治体実務者の参画を含める。
- ③基盤となる先行プロジェクトで整備された大縮尺地形図とスコープを踏まえて、適切なデジタルツインの構築を検討する。
- ④Project Plateau でも実証されている 3D Tiles 形式での共有・公開・再配布を含める。

5. 例えば、防災、農業、都市計画など複数分野の課題を統合的に解決するため、地理空間情報を「ハブ」として活用する形（ガバナンス・制度分野）

行政における課題として、都市問題・防災などをはじめとする複合的な課題を統合的に解決するために、（中央政府よりもむしろ直接の業域間となる）地方政府・市などを C/P として、地理空間情報の整備と、統合的な課題解決のための行政機関による委員会組成・運営支援を行うシナリオを検討する。

ガバナンス・制度分野（税収の不足、公共財政管理、統計データ（国勢調査、経済統計）の不足）においては、日本の行政支援型 GIS の経験、特に統合型 GIS と称される複数の行政分野（都市計画、

防災、上下水道、税務、環境、福祉、交通など）を単一の地理空間基盤で統合し、業務プロセスとデータを共通化する GIS プラットフォームに関して、複数の業務分野を網羅するデータ整備やシステムに開発については長い歴史からの知見やリソースの蓄積が、日本からの技術協力として強みとなる。

行政支援統合型 GIS の構築や運用に関する技術協力は、GIS システムの構築やデータ整備に重きを置くのではなく、行政 DX の観点から以下のような効果が期待できる。

- ・行政トップ・職員の意思決定の迅速化：バラバラのデータを一元化することによる窓口業務、計画、災害対応が高速化。
- ・データ統合による新しい行政サービス：高齢者見守り、避難支援、交通弱者の移動支援タクシー計画など、これまでの行政組織の部門間の狭間にあったような課題を救い上げる効果が期待できる。
- ・災害対策の高度化：各部門で構築・保有・利用されてきたリスク情報の統合（洪水・地震・建物・斜面）などの統合による、防災・避難計画・発災時の対応の高度化・迅速化。
- ・データ駆動行政への転換：全ての政策・施策に位置情報を加えて、可視化・評価・透明性確保・説明責任の向上を図る。

ガバナンス・制度分野における案件のデザインにおいて、以下を提案する。

- ①C/P を自治体に配置、またプロジェクトチームに行政の CIO 等の情報技術の実務者を配置：既に、草の根技術協力では、例えば北九州市が上下水道や廃棄物管理の分野で知見や技術の移転を行ってきた事例がある。技術協力プロジェクトにおいても、同様に C/P に自治体を、プロジェクトチームに行政の実務者をそれぞれ配置して、実務的な技術移転を行う。地理空間情報や行政支援統合型 GIS の構築や運用における知見は実務的で貴重であり、各業務分野の技術移転と共に統合型 GIS の構築・運用の知見を有する CIO のような行政実務者を配置する。
- ②意思決定の迅速化やデータ駆動型行政のための透徹的な情報公開：様々な地理空間情報・主題情報を組み合わせて分析し、可視化し、判断し、対外的な説明資料を作成するために、データを効率よく処理し、表示し、配信するためのクラウドネイティブ技術の専門家を配置する。

8.3. 地理空間情報の戦略的使用の提言【ウェブ地図の活用】

本研究では、第 2 章及び第 3 章において現在のインターネット環境（ネットインフラのみならずオープンデータとしてのコンテンツも含む。）においても、ユーザにとって関心がある地理空間情報を戦略的に利用することについては、技術的には相当程度対応可能であることが明らかになった。また、第 4 章に示した東ティモール及びタイの 2 か国での現地関係者との対話や、第 5 章で取り上げた UN-Habitat から示された見解を通じて、その有効性についても概ね確認することができた。つまり、課題オリエンテッドの立場から可能性を追求した地理空間情報の戦略的使用の素地は、今日すでに整っていると考えられる。

スムーズな実現のために検討が必要な点は、制度面、すなわちセクター横断型の仕組み作りにある。地理空間情報は社会基盤（インフラ）プロジェクトをはじめ、資源・エネルギー、防災・環境、農林漁業、教育、保健・医療など極めて多くのセクター（分野）で活用される可能性がある。したがって、これら地理空間情報を使う立場に対しては、戦略的使用の考え方をさまざまなチャンネルを通じて周知し、理解していただく必要がある一方、測量局等の地理空間情報を整備する立場に対しては、自らが保有する地理空間情報をオープンアクセス可能な環境に置くことに対する理解を得ることが課題と

なろう。

- 1) 課題オリエンテッドの成功の鍵は「連携」、すなわち異分野との交流を厭わないことである。専門家やコンサルタントは、その知識や技術の専門性のアピールが肝要であるが、それは蝟壺に入ること奨励しているわけではない。相手国の技術協力を所掌する省庁や国際開発機関といった各セクターの担当者は地理空間情報のことを知る必要があり、一方で地理空間情報の担当者は常に自らの存在をアピールし、いつでも必要な時に必要とするセクターにどのような情報を提供できるか伝える必要がある。具体的には、本研究で検証を行った CN 技術や第三者運用のプラットフォームの活用による地理空間情報の可用性を高め、必要な時にストレスなくデータを入手できるような戦略的使用の実現環境を整えることはその一助となる。
- 2) 課題オリエンテッドによる案件実施の想定シナリオとして、「都市課題に関する合意形成」をテーマに取り上げる。都市計画・まちづくり・開発許可の分野（その他エリアマネジメントや景観まちづくりといった内容も含む。）では、国土交通省が主導する Project PLATEAU（プロジェクト・プラトー）において、日本国内が対象ではあるものの、技術上・ニーズ上の実証実験が様々な都市エリアで行われ、結果が公開されていることから、その実行可能性（フィージビリティ）は確認されている。これを敷衍して開発協力における地理空間情報の戦略的利用も、状況の可視化を促し、異なる開発セクターを横断する横串として機能できると考えられる。
- 3) 課題オリエンテッドによる案件実施は、複数のステークホルダーの調整を伴い、少なくとも導入当初は案件形成の難度は高まる方向に作用すると考えられる。そのため、案件形成に当たっては、連携する各機関との間で事前の綿密な調整が求められる。また、地理空間情報の分野では、日本国内はもとより、途上国も含め多くの国でこれらの知識や技術に優れたオープンな実践のコミュニティや関連ビジネスが存在する⁸⁶。地理空間情報は他のセクターの専門家にとってはあまり馴染みがない分野である場合も多いことから、地理空間情報に関する知識や技術に優れたオープンな実践のコミュニティや関連ビジネスに関わる者から得られるアドバイスは有効である。地理空間情報分野と ICT 分野との親和性は高く、その両分野に通じた者もまれではない。いずれの開発セクターにおいても ICT の活用が少なからず必要とされる現代において、ICT 分野に通じた者にセクターを超えた情報が集積される傾向がある。そのため、情報のハブとしての機能が一定程度期待できる彼らの力も現地再委託等を通じて借りつつ、解決が必要とされる課題設定や既存の ODA の枠組み・制度への組み込み方を考えることも一案である。

8.4. 地理空間情報の戦略的使用の提言【衛星測位の活用】

- 1) 各セクターの社会課題を解決するために地理空間情報を戦略的に使用するには、様々な地理空間情報が相互に利用可能であることが不可欠であり、その前提として共通の座標系で表現されている必要がある。衛星測位が広く普及した現在、国際標準である地球規模の測地基準座標系に基づ

86 例えば、本研究第4章で取り上げたタイにおける OpenStreetMap Thailand や i-bitz 社、東ティモールにおける OpenStreetMap Timor-Leste はその例であり、とりわけ OpenStreetMap (OSM) は世界最大のオープン地図コミュニティであり、地図データの自由利用・災害時の地図支援 (HOT- Humanitarian OSM Team) などの取組が知られている。またデータ利用の側としては、オープンソース GIS ソフト「QGIS」の開発と翻訳・プラグイン共有などを世界中のユーザ・開発者が GitHub で協力する QGIS community などが知られているほか、一般市民が OSM 上で地図の空白地域をボランティアでマッピングの取組の Missing Maps Project や、大学生が主体となって OSM データを活用し、地域課題の解決に取り組む YouthMappers の活動などが知られる。

き、国家が正確さを保証する高精度衛星測位サービスを利用することが、最も効率的かつ持続可能な方法である。この高精度衛星測位を、社会課題の解決そのものや、そのために必要な地理空間情報の整備に活用することは、地理空間情報の戦略的使用を具体化するプロジェクトとなりうる。その素案については7.5節に記載した。

- 2) 社会課題の解決や効果の普及には時間がかかるため、プロジェクト期間中に得られた高精度測位サービスが、プロジェクト終了後も持続することが重要である。持続性の確保にあたっては、これまでの CORS の技術協力のように政府のみの予算・人員確保の努力に頼るのではなく、民間ビジネスも組み込んだ衛星測位のエコシステム（経済圏）を相手国に形成して政府側の負担を下げ、民間側も高精度測位サービスの運用や利用によって利益を上げることでエコシステムを持続的に機能させることが必要である。日本では、当初政府が測量・防災のために設置した CORS が 10 年後には民間活力によって高精度リアルタイム測位サービスに利用され、測量のみならず建設や農業などの産業活動に広く活用されて経済効果を上げた事例や、政府の準天頂衛星システムの活用促進策に民間企業が相乗りして新たな受信機やサービスの提供が行われている事例もあり、相手国のエコシステム形成にこうした官民の役割分担は参考となる。併せて、日本の制度的背景として、国土地理院は地殻変動監視の必要性を根拠に政府予算で電子基準点を整備しており、国土交通省は **i-Construction** を建設 DX 等の推進の観点からの投資と見なしている。しかし、このような状況が開発途上国にも必ずしも存在するとは限らない。したがって、相手国の制度・財政・人材・市場の状況と技術潮流を見極めたうえで、必要性の確認と持続性確保の方策を個別に吟味する必要がある。また世界銀行等の他ドナーでは地籍測量分野で CORS の支援を行う事例があり、持続性向上・エコシステム形成に向けて他ドナーの事業の教訓を生かすとともに、他ドナーとの連携も模索すべきである。
- 3) この際、高精度衛星測位の活用を後押しするための国の政策も、衛星測位のエコシステムの拡充に欠かせない。例えば、公的な測量マニュアルへの CORS 等の衛星測位技術の組み込み、スマート農業や ICT 施工を促進する法令の制定などが考えられる。日本では、地理空間情報活用推進基本法やスマート農業技術活用促進法により測量や農業分野での衛星測位の活用が推進され労働力不足等の社会課題の解決に寄与している。これらの推進には、課題当局と地理空間情報当局の密接な協力が必要である。課題当局の代表として地籍局があり、JICA プロジェクトを契機に両機関のさらなる連携を促すことはエコシステムの拡充に効果的である。
- 4) 今後、課題オリエンテッドの考えに立ち返り、地理空間情報分野では相手国の課題や状況に応じた持続可能で適正規模の技術を用いて、衛星測位のエコシステムの共創を目指すことになる。複数のステークホルダーの調整を伴うことになるため、従来に比べてプロジェクト形成の難易度は高くなる。また、進化を続ける衛星測位技術の中から相手国にとって最適なものを選定するには、高い専門知識と技術動向に関する広い見識が必要である。これらのことから、衛星測位に関する豊富な知見と技術を有し国際的な取組に日本の代表として参画している国土地理院、衛星測位技術の研究開発を推進している JAXA、衛星測位や ICT に精通し技術協力で理解のある民間企業、そして相手国の事情に詳しい現地企業の関与は一層重要となる。
- 5) 衛星測位を含む地理空間情報分野には、いくつかの重要な国際的な標準化の取組や枠組みが存在する。代表例は、国際 GNSS 事業 (IGS) である。IGS は、科学と社会に利益をもたらす GNSS データやプロダクトを提供するために設立された国際協働事業であり、参加機関の自発的な協力に基づいて運営されている。具体的には、グローバルな GNSS 観測網のデータ流通や解析を行い、

正確な位置測定に不可欠な国際地球基準座標系に基づく CORS の座標や GNSS の精密軌道情報を提供している。ヨルダンで実施される技術協力「適切な土地管理のための統一国家地理座標システム実現に関する能力強化プロジェクト」ではプロジェクトにおいて IGS の国際基準を導入するが、このような国際協働事業への参加（例：GNSS データの提供）は、国際標準との整合を通じて地理空間情報を活用したプロジェクト目標の達成に寄与し、実施機関の他事業への裨益や技術力の向上、衛星測位産業の振興に資するだけでなく、国際的な信頼を高める効果があると考えられる。

したがって、相手国の社会課題の解決に関連する国際協働事業や国際協力コミュニティが存在する場合には、実施機関がその重要性を理解し、主体的かつ自発的に参加できる持続可能な仕組みを設計することを基本方針とし、技プロの TOR に次の項目を記載する規定を設けることを提案する。

（規定案）

- ・国際協働の重要性と背景
- ・実施機関の国際協働への自発的参加を促進するための留意点
- ・参加の持続性を確保するための仕組み

謝辞

本研究では、開発協力におけるステークホルダー（ウェブ地図関係）や国内外の有識者（衛星測位関係）から意見の聴取を行い、得られた貴重な意見は本研究の成果の一部に反映することができた。これらの方々に対し心からの謝意を申し上げます。ご意見をいただいた方の所属等については、ウェブ地図関係については第4章及び第5章にて、また衛星測位関係については第7章にて明らかにしているので参照願いたい。